

**DISEÑO PARA EL REBABADO AUTOMATICO DE UNA MAQUINA
SOPLADORA DE CUERPOS HUECOS**

JORGE ANDRES GOMEZ DIAZ

DAVID ALEJANDRO BERNAL CORREA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

**DISEÑO PARA EL REBABADO AUTOMATICO DE UNA MAQUINA
SOPLADORA DE CUERPOS HUECOS**

**JORGE ANDRES GOMEZ DIAZ
DAVID ALEJANDRO BERNAL CORREA**

**Pasantía para optar al titulo de
Ingeniero Mecatronico**

**Director
JUAN CARLOS MENA
Ingeniero Electrónico**

**Coordinador
JHON HENRY GAMBOA
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota aceptación

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatronico.

Ing. JUAN CARLOS PERAFAN

Jurado

Ing. JAIME QUINTERO

Jurado

Santiago de Cali Junio 22 del 2006

Este trabajo de proyecto de grado lo dedico principalmente a Dios que me regalo los mejores padres del mundo, que durante toda mi vida y en los momentos difíciles de la carrera me han apoyado, y que siempre con sus consejos me han llevado por el buen camino. Quienes gracias a sus esfuerzos pudieron brindarme una educación superior en un excelente plantel educativo como es la Universidad Autónoma de Occidente.

A toda mi familia que siempre confiaron en mí y a todas mis amistades que pusieron su grano de arena y que con su ayuda en diferentes etapas de mi vida, colaboraron para que este sueño de ser un ingeniero mecatronico sea realidad.

Jorge Andres Gomez Diaz

Quiero dedicar este proyecto en primer lugar a Dios y a mis padres que siempre me han apoyado en mis aciertos y desaciertos y que gracias a la orientación y formación que me dieron hoy en día soy una persona de bien con valores y con un proyecto de vida muy grande. También quiero dedicar este logro a mi hermano y a mi primo (ahijado) quienes han sido uno verdaderos amigos un trío inseparable que hemos superado los malos pasos y disfrutado los buenos vientos.

A toda mi familia que siempre trataron de apoyarme y guiarme por el camino correcto, a mi mama y mis hermanas adoptivas que nunca me dejaron decaer en situaciones muy difíciles en especial a Verónica.

A mi pueblo del alma Guavata por enseñarme la humildad, y los verdaderos significados de la vida y además que el paraíso si puede estar en la tierra, pues lo formamos cada uno de nosotros en nuestro corazón.

Gracias a un par de personas que volvieron a despertar en mi la razón de llamarme Colombiano. Porque luchar por nuestra Colombia no es un karma es todo un placer y no importa si somos costeños, paisas, o indígenas. Al final solo cuenta que somos Colombianos y por esta tierra la mas hermosa del universo hay que luchar hasta el final.

A todos mis seres queridos muchas gracias.

David Alejandro Bernal Correa

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradecemos a dios por habernos dado el privilegio de haber tener un nivel de educación superior.

A la Universidad Autónoma de Occidente que nos brindo la educación durante nuestros años de carrera y a todos nuestros profesores que siempre trataron de enseñarnos todos sus conocimientos y hacer que fuéramos los mejores ingenieros del mañana.

A el ing. Juan Carlos Mena quien fue nuestro asesor de pasantia que nos aconsejo y nos llevo por el camino correcto en el desarrollo de nuestro proyecto de grado.

A la empresa **Andiplast** y en especial a los directivos que muy amablemente nos dieron toda su atención y su apoyo, al ing. Jhon Henry Gamboa que fue nuestro asesor y amigo, nos enseñó cosas muy interesantes y nos apoyo durante el proceso de diseño.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	16
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO DE REFERENCIA	20
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA	20
1.2 HISTORIA DE ANDIPLAST	20
1.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA DE LA EMPRESA	21
1.3.1 Misión	21
1.3.2 Visión	21
1.4 OBJETIVOS	21
1.5 CULTURA ORGANIZACIONAL	22
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ANDIPLAST	23
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	24
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	24
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	25
2.4 OBJETIVOS	25
2.4.1 Objetivo General	25
2.4.2 Objetivos Específicos	25
2.5 JUSTIFICACIÓN	26
2.5.1 Justificación Práctica	26
2.5.2 Justificación Social	26
3. MARCO TEÓRICO	27

4. METODOLOGÍA	28
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	29
5.1.1 Descripción Del Producto	29
5.1.2 Principales Objetivos Del Mercado	29
5.1.2.1 Mercado Primario	29
5.1.2.2 Mercado Secundario	29
5.1.2.3 Expectativas De Los Clientes	30
5.1.3 Premisas Y Restricciones	30
5.1.4 Partes Implicadas	30
5.2 IDENTIFICACION DE NECESIDADES	31
5.2.1 Necesidades	31
5.2.2 Importancia Relativa De Las Necesidades	33
5.3 MEDIDAS Y UNIDADES PRELIMINARES DEL DISEÑO	34
5.4 RELACIÓN ENTRE LAS NECESIDADES Y LAS MEDIDAS	35
5.5 BENCHMARKING COMPETITIVO	36
5.6 GENERACIÓN DE CONCEPTOS	41
5.6.1 Descomposición Funcional	42
5.6.2 Búsqueda Externa E Interna	43
5.6.3 Exploración Sistematizada	49
5.6.4 Combinación De Conceptos	51
5.6.5 Selección De Conceptos	55
5.7 ARQUITECTURA DE PRODUCTOS	59
5.7.1 Arreglo De Elementos Funcionales	59
5.7.2 Establecimiento De La Arquitectura	61
5.7.3 Interacciones Entre Conjuntos	63
5.7.4 Distribución Geométrica Layout	64
5.7.5 Arquitectura Del Sistema De Control	65

5.7.5.1 Diagrama De Flujo	66
5.7.5.2 Glosario De Términos	68
5.7.5.3 Características De Cada Pistón	69
5.8 DISEÑO INDUSTRIAL	70
5.8.1 Valoración Del Diseño Industrial	71
5.8.2 Naturaleza Del Producto	72
5.9 DISEÑO PARA MANUFACTURA DPM	74
5.9.1 Modelo Virtual	75
5.9.2 Modelo De Funcionamiento	77
5.9.3 Costos De Diseño	81
5.9.4 Selección De Elementos De Diseño	83
5.9.5 Justificación Y Tiempo De Recuperación	88
5.10 DISEÑO DETALLADO	90
5.10.1 Componentes Electrónicos	90
5.10.2 Componentes Neumáticos	94
5.10.3 Componentes Mecánicos	97
6. CONCLUSIONES	102
7. RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFIA	105
ANEXOS	106

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Importancia de las necesidades	33
Tabla 2. Medidas y unidades preliminares	34
Tabla 3. Relación medidas vs. necesidades	35
Tabla 4. Necesidades vs. BENCHMARKING	40
Tabla 5. Medidas vs. BENCHMARKING	40
Tabla 6. Matriz de tamizaje	56
Tabla 7. Matriz de evaluación de conceptos	57
Tabla 8. Valoración del diseño industrial	73
Tabla 9. Tabla de costos de diseño.	87
Tabla 10. Hoja técnica del microprocesador.	90
Tabla 11. Rango de tiempo del temporizador.	92
Tabla 12. Propiedades del pistón.	94
Tabla 13. Dimensiones del pistón.	95
Tabla 14. Características de la electroválvula.	96

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Organigrama	23
Diagrama 2. Descomposición funcional	42
Diagrama 3. Clasificación – sensado de envases	49
Diagrama 4. Clasificación – convertir energía	49
Diagrama 5. Clasificación – almacenar energía	50
Diagrama 6. Combinación de conceptos	53
Diagrama 7. Arreglo de elementos funcionales	60
Diagrama 8. Diagrama arquitectura del sistema	61
Diagrama 9. Interacciones entre conjuntos	63
Diagrama 10. Diagrama de flujo del proceso	66
Diagrama 11. Valoración primaria del diseño industrial	71
Diagrama 12. Naturaleza del producto	72
Diagrama 13. Contador de envases	91
Diagrama 14. Temporizador	92

LISTA DE FOTOS

	Pag.
Foto 1. Proceso de rebabado	27
Foto 2. Envases	27
Foto 3. Full – Shine FS 7PSDO # 1	36
Foto 4. Full – Shine FS 7PSDO # 2	37
Foto 5. Full – Shine FS 505D # 1	37
Foto 6. Full – Shine FS 505D # 2	38
Foto 7. Chia Ming CM65DV56 # 1	38
Foto 8. Chia Ming CM65DV56 # 2	39
Foto 9. Microcontrolador	47
Foto 10. Logo	47
Foto 11. Timer	50
Foto 12. PIC 16F84A	90
Foto 13. Timer Autonics	92
Foto 14. Display	93
Foto 15. Sensor óptico	93
Foto 16. Pistón Mindman	94
Foto 17. Electrovalvula Mindman	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pistón Cuchilla	43
Figura 2. Corte por presión	44
Figura 3. Contador	44
Figura 4. Banda transportadora	45
Figura 5. Griper	46
Figura 6. Bandeja	46
Figura 7. Prototipo A	51
Figura 8. Prototipo B	52
Figura 9. Prototipo C	53
Figura 10. Prototipo D	54
Figura 11. Layout 1	64
Figura 12. Layout 2	64
Figura 13. Layout 3	65
Figura 14. Visualización 1	75
Figura 15. Visualización 2	75
Figura 16. Visualización 3	76
Figura 17. Visualización 4	76
Figura 18. Modelo de funcionamiento 1	77
Figura 19. Modelo de funcionamiento 2	77
Figura 20. Modelo de funcionamiento 3	78
Figura 21. Modelo de funcionamiento 4	78
Figura 22. Modelo de funcionamiento 5	78
Figura 23. Modelo de funcionamiento 6	79

Figura 24. Modelo de funcionamiento 7	79
Figura 25. Modelo de funcionamiento 8	80
Figura 26. Base del sistema	97
Figura 27. Caja del pistón	97
Figura 28. Griper	98
Figura 29. Rebabadora	98
Figura 30. Soporte del griper superior	99
Figura 31. Soporte del griper inferior	99
Figura 32. Bandeja	100
Figura 33. Mecanismo móvil	100
Figura 34. Contador	101

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Plano 1: plano de base	108
Anexo 2 .Plano 2: plano de base	109
Anexo 3. Plano 3: caja de pistón	110
Anexo 4. Plano 4: plano de griper	111
Anexo 5. Plano 5: plano de rebanador	112
Anexo 6. Plano 6: soporte superior de griper	113
Anexo 7. Plano 7: soporte inferior de griper	114
Anexo 8. Plano 8: soporte mecanismo móvil	115
Anexo 9. Plano 9: mecanismo móvil	116
Anexo 10. Plano 10: contador	117
Anexo 11. Paper	122

GLOSARIO

El siguiente glosario de términos permite aclarar conceptos mencionados en el proyecto, que en su momento pueden generar dudas y entorpecer la comprensión del mismo.

DPM: diseño para manufactura. Es un método para medir y analizar las variables de costos material y herramientas en el momento de implementar un diseño.

EXTRUSORA: maquina con la cual se realiza el proceso de extrusión, que consta en obligar a una sustancia, especialmente un metal o un termoplástico, a pasar por un troquel, creando así distintas formas de sección uniforme utilizadas en la industria.

ICONTEC: instituto colombiano de normas técnicas. Y es el encargado de confirmar los parámetros estandarizados de los procesos industriales.

PELLETS: se conoce como pellets a los grano de material virgen o puro que se utiliza como materia prima del proceso de soplado y generalmente son de polietileno o polipropileno.

REBABADO DE LOS ENVASES PLÁSTICOS: proceso en el cual se retiran los sobrantes de material que tienen los envases después del proceso de soplado.

SOPLADO DE CUERPOS HUECOS DE PLÁSTICO: proceso en el cual se le da forma al plástico por medio de unos inyectores que proceden a aplicar aire a presión dentro d un molde determinado.

RESUMEN

En las maquinas sopladoras de cuerpos huecos se puede encontrar todo tipo de tecnología, desde las manuales hasta las que realizan todo el proceso y son controladas por un plc. *Andiplast* es una empresa pequeña que se mueve en el mercado de los envases plásticos, dicha empresa posee una maquina sopladora automática pero esta no realiza todo el proceso automático, la parte del rebabado se realiza de forma manual por medio de los diferentes operarios que trabajan en diferentes turnos, y de este punto es donde parten las principales necesidades que actualmente tiene la empresa, puesto que al realizarse el rebabado de tipo manual existe una inconstancia tanto en la calidad de los terminados de los envases, como en la cantidad de producción, puesto que el operario ni rinde al 100% durante las 8 horas de turno. Una de las soluciones mas viables que tiene andiplast para solucionar este problema es la incorporación de tecnología, aplicando un sistema de rebabado automático, que actuaría al final del proceso y funcionaria para los envases que tienen precorte, dicho sistema se incorporaría a la estructura de la maquina, generando envases con una alta calidad en el rebabado, al igual que en la cantidad de producción pues esta seria constante, y por medio de un contador que se puede añadir antes de empacar estos envases se puede tener un mayor control en el numero de despachos, y así con todo esto evitar la cantidad de reclamos que hoy en día hacen parte de la mayor problemática que enfrenta la empresa. El sistema que se implementara esta destinado a brindar una solución eficiente y económica a esta necesidad que esta empresa posee.

INTRODUCCION

Uno de los hechos que caracteriza a la humanidad, es la capacidad de procesar o transformar los materiales que la naturaleza ha puesto a su disposición, para elaborar herramientas, útiles y máquinas, que le ayude a realizar ciertas funciones que no puede realizar directamente, o le resultan pesadas o costosas.

El proyecto a realizar, es el diseño de un dispositivo para la automatización del corte de la rebaba que se genera en la producción de cuerpos huecos de plástico (envases plásticos) con el fin de optimizar el proceso debido a que este se realiza de manera manual.

El moldeo por soplado es responsable de una parte sustancial de la producción total de plásticos. La fabricación de cuerpos huecos presenta problemas casi ineludibles para la técnica de inyección de plásticos, que es la más extendida. Por ello, fuera de la técnica de moldeo rotacional que resulta lenta para la producción de envases y otros productos similares. Por tal razón se ha acudido a utilizar tecnologías de multi-fase, en las que se fabrica primero un material tubular mediante extrusión y luego se modifica su forma la inyección de aire en un molde hueco cerrado frío, solidificándose el plástico en su forma definitiva al contacto con sus paredes.

El proceso comienza agregando la materia prima en *pellets* (polipropileno, polietileno) a la maquina, esta lo funde y por medio de la extrusión para producir el elemento tubular o manga a partir del que se forma el cuerpo hueco con este método se obtiene un mejor aprovechamiento de las características de los

materiales, con lo que se consiguen envases en que la pared está compuesta por capas de un solo o de distintos materiales que otorgan las características diferenciadas de cada tipo de envase, características mecánicas o coloración.

En este punto el carro de soplado introduce el cuerpo hueco al molde y prosigue a dirigirse a la torre de soplado, donde se le da la forma al envase inyectando aire comprimido al interior del molde. Dado que los moldes de soplado son externos al moldeado, rara vez presentan problemas de desmolde. Las presiones de trabajo no suelen exceder los 120 psi y las paredes de la cavidad no están sujetas a desgaste, por lo que pueden ser de construcción ligera. Están ampliamente provistos de canales para la desgasificación y deben tener una superficie interna finamente pulida de modo que el desmolde se facilite por la introducción de aire entre la cavidad y el artículo moldeado. Los tiempos de enfriamiento determinan los del ciclo, por lo que suelen estar provistos de medios de circulación de agua, aire o gases criogénicos (N_2 o CO_2). Cuando el carro de soplado vuelve a la extrusora deja caer el envase a una bandeja donde el operario procede a quitarle los sobrantes de material o rebabas y luego se almacena.

Actualmente la fabricación de cuerpos huecos de plástico (envases plásticos) en Colombia se realiza por medio de máquinas sopladoras, las cuales en su gran mayoría son manuales y otras de un pequeño sector son automáticas; el tamaño y el material de estos envases cambia dependiendo de las especificaciones que plantea el cliente. Para cada tipo de envase se fabrica un molde, ya sea doble o sencillo. El material puede cambiar de pureza y de pigmentación. Lo que se pretende alcanzar con este diseño es automatizar la última parte del proceso. Haciendo que un sistema automático acoplado a la máquina sopladora, reemplace la parte manual que realiza el operario, convirtiendo así totalmente automático este proceso.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA EMPRESA

ANDIPLAST se encuentra ubicada en la carrera 32 # 9 – 69 Acopi Yumbo, Valle Colombia, Conjunto comercial GLEASON

1.2 HISTORIA DE ANDIPLAST

ANDIPLAST, es una empresa fundada por un grupo familiar compuesto por 5 integrantes socios de la empresa, los cuales conforman actualmente el equipo directivo de ésta.

Solo 4 de los 5 miembros laboran en ella y cada uno responde por la sección en la cual posee mayores conocimientos sin descuidar también el buen funcionamiento de las demás áreas.

El Gerente General que a su vez se desempeña como Gerente Administrativo y financiero, posee estudios en Administración Financiera y de Marketing, además realizó estudios relacionados con Venta Profesional. El Gerente Comercial ha realizado estudios universitarios en Administración de empresas. El Jefe de Producción es Ingeniero Industrial, también ha realizado estudios en Gerencia para Pequeñas Empresas, entre otros. La empresa se creó como una ayuda familiar, la cual ha ido tomando un rumbo ascendente y ahora posee grandes expectativas en el ámbito empresarial, buscando un amplio reconocimiento en el mercado nacional e internacional.

1.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSOFICA DE LA EMPRESA:

1.3.1 Misión: Satisfacer las necesidades de los clientes por medio de la transformación de resinas plásticas y fabricación de envases con tecnología, servicio y calidad, maximizando el retorno de la inversión, el crecimiento de nuestra empresa y de todos los que trabajamos en ella.

1.3.2 Visión: Consolidar la empresa con una estructura administrativa y tecnológica flexible y horizontal, con niveles apropiados de descentralización y delegación, que permita la toma de decisiones ágiles y oportunas, soportadas en información confiable.

1.4 OBJETIVOS

- Obtener liderazgo de los productos y de la empresa en el mercado.
- Conseguir el crecimiento de los activos de la empresa, mediante el aumento de las ventas, generando amplias utilidades y mayor empleo.
- Tecnificar la empresa para lograr mayor capacidad de trabajo y mejor calidad.
- Ubicar los productos en los mercados adicionales al de nuestro país, mediante la generación de la exportación inicialmente a países vecinos.

1.5 CULTURA ORGANIZACIONAL:

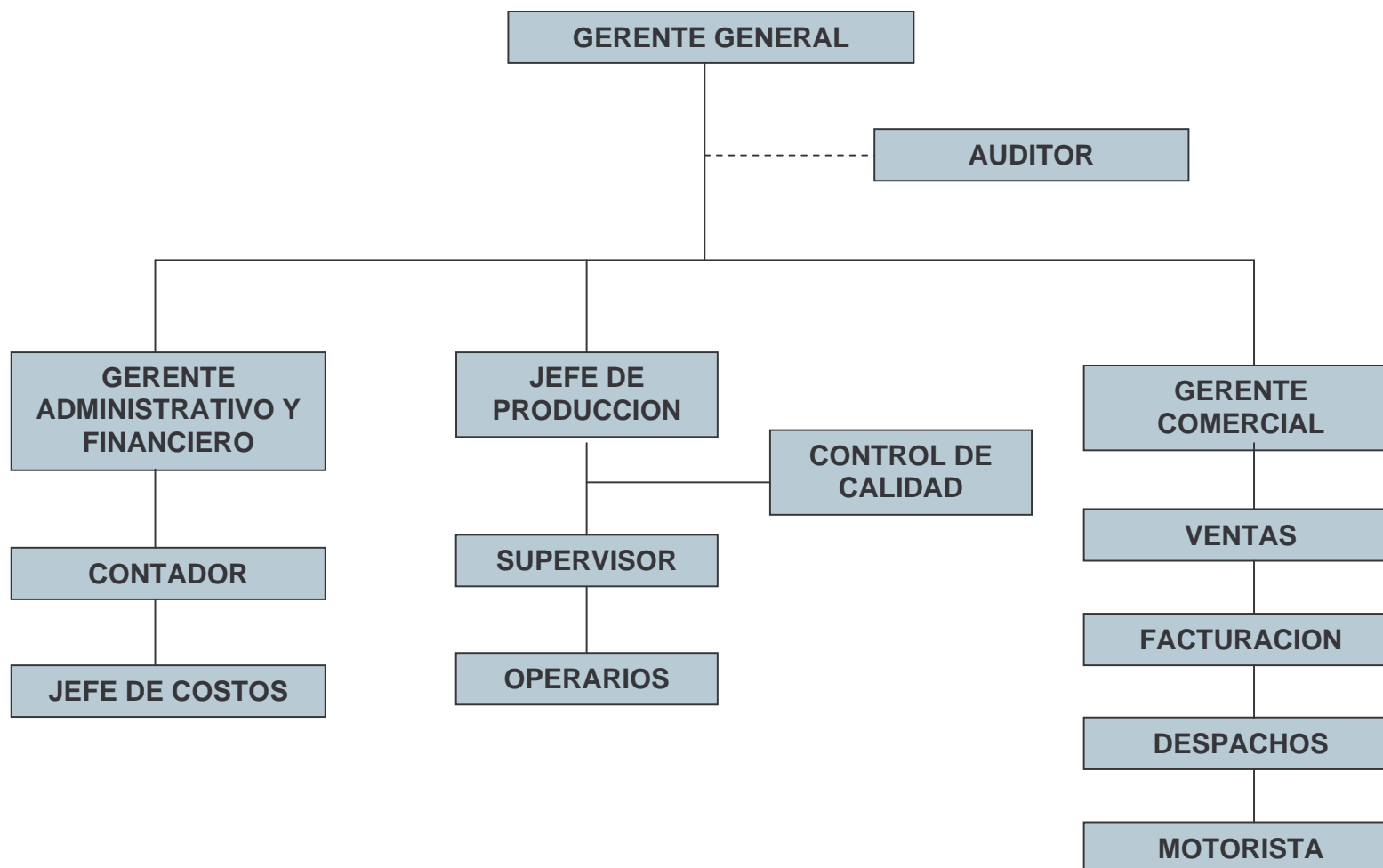
Por ser la empresa una sociedad familiar, existe por supuesto un compromiso amplio de parte de sus integrantes.

En el diario vivir de la empresa los jefes de cada sección, intentan al máximo llevar de la mano al personal a su cargo, con el objetivo principal de que ellos se sientan parte de la empresa el cual ayuda a obtener un mayor compromiso y satisfacción de las actividades realizadas.

Los directivos poseen un amplio nivel educativo que permite con mayor facilidad obtener y transmitir normatividad clara en cuanto a principios éticos se refiere.

1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ANDIPLAST

Diagrama 1. Organigrama



2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la búsqueda de obtener un mercado mas amplio y un producto mas competitivo, la empresa se ha visto en la necesidad de tener que aumentar la producción y la calidad de sus productos, esto requiere de un mayor esfuerzo de los operarios y de las maquinas. Al hacer estos cambios se han presentados problemas durante el proceso, puesto que le empresa carece de tecnología en el sistema de rebabado de los envases y esto esta generando perdida de material y fallas en la calidad de los terminados del producto.

Siendo consecuente con lo expuesto anteriormente y con el direccionamiento de *ANDIPLAST*; dicha empresa que esta asumiendo los cambios tecnológicos como una oportunidad de crecimiento y solución a los actuales problemas en producción, se presenta la oportunidad de diseñar un sistema automático de rebabado para los envases y un control de producción con el fin de mejorar los estándares de calidad en los envases. Aumentar la calidad y control de la producción, tanto como el puesto de trabajo de los operarios. Y hacer de Andiplast una empresa prominente y con grandes proyecciones a futuro.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Que necesita ANDIPLAST para optimizar y automatizar el proceso de fabricación de en envases plásticos?

2.3 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA

¿Cómo identificar las necesidades en el proceso de fabricación de envases plásticos?

¿Cómo mejorar las condiciones laborales dentro de ANDIPLAST?

¿Cómo contribuir a la seguridad industrial y laboral dentro de la empresa?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo General: Aumentar el nivel de tecnología de la empresa por medio de la automatización de las maquinas sopladoras de cuerpos huecos.

2.4.2 Objetivos Específicos:

- Aumentar los estándares de calidad en los envases plásticos.
- Aumentar la cantidad de producción del producto.
- Implementar nuevas tecnologías en la empresa.
- Mejorar el sistema de control de producción.
- Mejorar las condiciones del puesto de trabajo
- Incrementar la competitividad de la empresa en el mercado.

2.5 JUSTIFICACIÓN

2.5.1 Justificación Práctica: Con el diseño del sistema de rebabado automático se busca poder cumplir con las necesidades que la empresa ha planteado y brindar la solución más eficiente para cumplir los objetivos que se ha planteado la empresa. Buscando también que la empresa sea competitiva a nivel nacional y mundial, debido a las políticas comerciales que se están implementados a nivel mundial, como consecuencia del proceso de globalización.

2.5.2 Justificación Social: El proceso de soplado para embases pequeños que realiza la empresa actualmente es realizado por una maquina semiautomática. El operario es el encargado de *rebabar* los embases y supervisar el funcionamiento de la maquina. Con el aumento de la demanda debido a la adquisición de nuevos clientes, los operarios se han atrasado con la producción de algunos pedidos y la calidad del puesto de trabajo se ha visto afectada. Además de que las pérdidas en el producto terminado han aumentado.

Debido ha estas exigencias Andiplast se vio en la necesidad de buscar una solución a dichos inconvenientes y así poder mantenerse como una empresa competitiva y poder seguir satisfaciendo a sus antiguos y satisfacer a sus nuevos clientes.

3. MARCO TEÓRICO.

El proceso de soplado de plástico se realiza mediante un proceso semiautomático relacionado a continuación.

- ***Alistamiento de materia prima:*** se procede con el almacenamiento de la materia prima como el polipropileno y polietileno y a preparar (moler) los sobrantes retirados de los envases, se establecen los porcentajes de material reciclado y material virgen que se va a utilizar en el proceso
- ***Fundición y extrusión:*** El material se introduce en la maquina, el cual por medio de altas temperaturas se funde y procede a pasar a la extrusora que es la encargada de darle la forma de tubos o manga al plástico fundido, y pasar los tubos al carro de soplado
- ***Soplado:*** los tubos o manga son introducidos en los moldes y por medio de unos punzones se introduce aire a presión para que los tubos tomen la forma del molde. El molde es refrigerado para que las paredes del envase tomen la dureza necesaria para no deformarse al desmoldar
- ***Rebado y almacenamiento:*** cuando el carro porta-moldes termina el ciclo de soplado, abre y deja caer el envase a una bandeja, de este punto el operario los toma, les quita las rebabas de forma manual y luego los almacena.

Foto 1: Proceso de rebabado

Foto 2: Envases



4. METODOLOGIA

El presente proyecto se basa en el diseño de un sistema de rebabado para una maquina sopladora de cuerpos huecos de plástico, con el propósito de automatizar dicho proceso.

En la ejecución del proyecto se desarrollo un proceso de investigación, utilizando técnicas como análisis documental, entrevistas, y ayudas tecnológicas.

Análisis Documental: teniendo en cuenta que la empresa no cuenta con los manuales de operación de la maquina, debido a que la operación, calibración y mantenimiento se realiza debido a la experiencia del ingeniero y operadores de la misma. Se procedió a realizar una consulta externa tomando como base productos y procesos de similares características.

Entrevista: se realizó una entrevista a cada uno de los operarios de la maquina sopladora, conociendo los problemas de funcionamiento durante una operación real. Además se entrevisto a los supervisores y al ingeniero para conocer mas sobre las condiciones técnicas de la maquina.

Ayudas Tecnológicas: para la ejecución del proyecto se utilizaron programas como Office, solid edge, medios magnéticos, memorias USB, material bibliográfico (libros, Internet) etc., y principalmente se acudió al conocimiento adquirido durante toda la carrera y la experiencia del ingeniero de planta.

5. DESARROLLO DEL PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN DEL PROYECTO

5.1.1 Descripción del Producto: El dispositivo rebabador para cuerpos huecos es el encargado de cortar el sobrante de material en los embases, después de que estos han salido del proceso de soplado.

5.1.2 Principales objetivos del mercado:

- Aumentar la producción de embases plásticos
- Mejorar la calidad del producto terminado

5.1.2.1 Mercado primario:

- LABORATORIOS NIEVE LTDA.
- PRODUCTOS CATALINA.
- PRODUCTOS PRIMASOL.
- ASERQUIM LTDA.
- HACIENDA LA GLORIA.
- LABORATORIOS STÁNDAR PRODUCTS.
- LABORATORIOS HOESCHT, ETC.

5.1.2.2 Mercado secundario:

- Nuevos clientes

5.1.2.3 Expectativas De Los Clientes: Lo que buscan los clientes en ANDIPLAST como su proveedor de empaque, es la máxima calidad y la mejor presentación. ANDIPLAST es una pequeña empresa con muchas falencias, pero que trata de hacer lo mejor por sus clientes, cosas que poco a poco junto al crecimiento de la empresa se van mejorando, hasta poderse convertir una empresa líder en fabricación de envases plásticos por soplado.

Paso a paso la empresa ira adquiriendo la responsabilidad no solo de ella, sino la que le exigen sus clientes, para completar de esta forma la cadena de abastecimiento en la cual como proveedor inicia y da la oportunidad a sus clientes que puedan finalizarla ofreciendo un producto terminado de excelente calidad al mercado demandante. Por eso se trabajara rigurosamente en la elaboración de entregas a tiempo.

5.1.3 Premisas y Restricciones: El diseño debe tener un bajo costo de fabricación.

Debe ser de fácil mantenimiento.

Se requiere un diseño de arquitectura modular.

El sistema debe operar de forma automática.

5.1.4 Partes implicadas:

- Andiplast
- Diseñadores
- Clientes
- Operarios
- Asesores

5.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Por medio de un consenso realizado y de discutir el tema en varias reuniones de preproducción en la empresa, donde se tuvo en cuenta a los operarios, directivos, ingenieros y pasantes. Se pudieron determinar las siguientes necesidades a tener en cuenta para la elaboración del diseño.

5.2.1 Necesidades: Cortar la rebaba de forma automática. Además de ser una necesidad también es uno de los objetivos claros en el proyecto a realizar. El corte de rebaba se realiza de manera manual lo cual limita la producción a la velocidad de trabajo del operario, la cual no es constante, debido al desgaste físico propio de cada persona.

El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes: es indispensable que el diseño cumpla con las normas seguridad industrial establecida por la legislación laboral colombiana.

Altos niveles de calidad en el producto terminado: en la busque de mantener y mejorar los niveles de calidad que se tienen en la empresa, se necesita que la empresa cumpla con estándares de calidad establecidos en el mercado, como las normas ISO y los estándares del ICONTEC. Y poder seguir siendo una empresa competitiva frente a los fenómenos de globalización.

Facilidad de mantenimiento: el sistema de rebabado debe ser diseñado para tener una alta flexibilidad en los parámetros de este además en caso de falla los electos deben ser de fácil adquisición en el mercado nacional.

Alto régimen de trabajo (24 horas): el sistema de rebabado debe cumplir con los requerimientos de producción de la empresa, en los cuales la sopladora tiene

producción programada 24 horas parando solamente domingo 6:00 AM y reiniciando producción lunes 6:00 AM.

Mejorar el nivel de control en la producción: debido a que el control de producción se realiza de forma manual, por lo que lleva a generar fallas de calidad y cantidad de producto terminado que se debe despachar. Esto se debe a posible fatiga física y mental del operario, lo cual conlleva a tener también atraso en los pedidos debido a posibles recuentos y revisión de los envases ya terminados.

Mejorar el puesto de trabajo: entre las políticas de la empresa se destaca el compromiso social con el trabajador. Por esta razón es muy importante contribuir con el mejoramiento de la calidad del puesto de trabajo de esta manera influiremos de manera directa en mejorar la calidad de vida del personal de la empresa.

5.2.2 Importancia Relativa De Los Planteamientos De Las Necesidades: De acuerdo a lo planteado por el personal de la empresa se pudo establecer que necesidades tendrán una mayor prioridad en el momento de realizar el diseño. Para realizar esta selección se hizo un consenso con todo el personal de la empresa y se determino por común acuerdo el valor de la importancia de cada necesidad. Para este procedimiento se entrevisto a cada integrante de la empresa desde su puesto de trabajo.

Tabla 1. Importancia de las necesidades.

#	Tipo	<i>Necesidad</i>	<i>Importancia</i>
1	El dispositivo	Cortar la rebaba de forma automática	5
2	El dispositivo	El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes	4
3	El dispositivo	Altos niveles de calidad en el producto terminado	4
4	El dispositivo	Facilidad de mantenimiento	5
5	El dispositivo	Alto régimen de trabajo (24 horas)	5
6	El dispositivo	Mejorar el nivel de control en la producción	4
7	El dispositivo	Mejorar el puesto de trabajo	4

5.3 MEDIDAS Y UNIDADES PRELIMINARES DEL DISEÑO

Igualmente teniendo en cuenta al personal involucrado en el diseño del sistema de rebabado se determinaron las siguientes métricas, para las cuales se tienen en cuenta fundamentalmente los aspectos físicos que son determinantes en el sistema.

Para determinar estos valores preliminares se tuvo muy en cuenta la experiencia práctica del nuestro asesor y la experiencia teórica que hemos adquirido durante el proceso de pregrado. En esta tabla están dado los principales parámetros que afectan el diseño del sistema de rebabado.

Tabla 2. Medidas y unidades preliminares.

MEDIDAS Y UNIDADES				
#	No. NEC.	MÉTRICA	IMP.	Unidades
1	5	Consumo de potencia	4	W/H
2	1,3,6	Costo de manufactura	5	\$
3	4,5	Peso total	3	Kg.
4	2,4,5	Dimensiones	4	Mm.
5	2,4,5	Resistencia	5	°C – N / m ²
6	2,4,5	Durabilidad	5	Años
7	7	Ambiente laboral	3	Sub.

5.4 RELACIÓN ENTRE LAS NECESIDADES Y LAS MEDIDAS PRELIMINARES

Tabla 3. Relación medidas vs. Necesidades.

NECESIDADES		MÉTRICA	1	2	3	4	5	6	7
			Consumo de potencia	Costo de manufactura	Peso total	Dimensiones	Resistencia	Durabilidad	Ambiente laboral
1	Cortar la rebaba de forma automática	5	1	3			3	1	2
2	El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes	4	1		1	2	3	3	2
3	Altos niveles de calidad en el producto terminado	4	1	3					
4	Facilidad de mantenimiento	5		2	2	2	3	3	
5	Alto régimen de trabajo (24 horas)	5	3	2	1	1	3	3	
6	Mejorar el nivel de control en la producción	4		3					1
7	Mejorar el puesto de trabajo	4				1			3
TOTAL		59	6	13	4	6	12	10	8
PORCENTAJE			10.2	22	6.8	10.2	20.3	16.9	13.6

Lo más importante al establecer esta matriz, es la información de las prioridades que se obtiene para poder entrar a una primera generación de conceptos, y por ende empezar a vislumbrar que alternativas de diseño que podemos tener en cuenta.

Esta valoración se realizó apoyándonos en los conocimientos tanto teóricos como prácticos de nuestro asesor, la cual fue la guía para determinar las relaciones que tienen las diferentes necesidades con las diferentes medidas preliminares del sistema.

5.5 BENCHMARKING COMPETITIVO

Para el benchmarking competitivo seleccionamos aquellos productos que en sus especificaciones técnicas tienen una similitud con el producto que estamos desarrollando para el proyecto y las necesidades básicas del cliente sin abarcar todas las características del producto a diseñar.

Se tuvieron en cuenta básicamente tres competidores, entre ellos una sopladora de envases de la chia ming y 2 de envases que pertenecen a la full – Shine. Teniendo en cuenta los parámetros de diseño; solo se analizara el rababador que posee cada una de ellas y sus diferentes métodos para ejecutar dicha tarea.

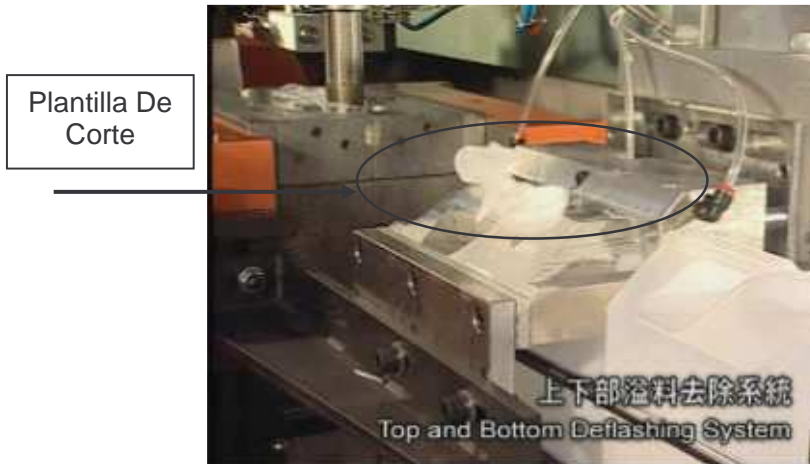
FULL – SHINE: FS 75PSDO

Foto 3. Full – Shine FS 7PSDO



Fuente: FULL CHINE CORPORATION. Maquinas sopladoras de envases [en línea]. Taipei China: Full Chine Corporation, 2004. [Consultado 18 abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.full-chine.com.tw.

Foto 4. Full – Shine FS 7PSDO



El sistema de rebabado de esta maquina esta diseñado, para envases que se fabrique con precorte. Ósea que el molde de soplado genera una pequeña laceración a la rebaba del envase. Además utiliza una plantilla de corte que permite tener la geometría de la rebaba que se va a cortar. Tiene como ventaja que el corte es muy exacto pero se tiene que cambiar de plantilla cada ves que cambie las especificaciones de los envases.

FULL – SHINE: FS 505D

Foto 5. Full – Shine FS 505D



Fuente: FULL CHINE CORPORATION. Maquinas sopladoras de envases [en línea]. Taipei China: Full Chine Corporation, 2004. [Consultado 18 abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.full-chine.com.tw.

Foto 6. Full – Shine FS 505D



Plantillas de
corte por
presión

En esta maquina podemos observar el sistema de corte de rebaba por presión, el cual consiste en presionar la rebaba por medio de 2 plantillas y proceder a quitar la rebaba del envase. La ventaja de este sistema es que no se necesitan cambiar las plantillas cada vez que se cambien los tipos de envase. La desventaja es si no se sujeta bien los envases puede que el sistema no corte bien la rebaba y dañe el envase.

CHIA MING: CM 65 DV 56

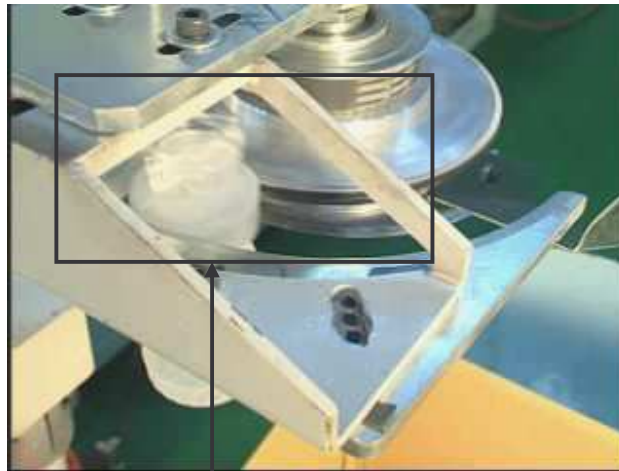
Foto 7. Chia Ming CM65DV56



Fuente: FULL CHINE CORPORATION. Maquinas sopladoras de envases [en línea]. Taipei China: Full Chine Corporation, 2004. [Consultado 18 abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.full-chine.com.tw.

Fuente: CHIA MING CORPORATION. Maquinaria industrial [en línea]. Taipei China: Chia Ming Corporation, 2003. [Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.cm-pet.com.tw.

Foto 8. Chia Ming CM65DV56



Corte de rebaba por
cuchilla giratoria

El corte de rebaba de este sistema consiste en girar los envases sobre una banda transportadora y al pasar por una cuchilla que gira a gran velocidad, esta corta la rebaba del envase. Este sistema es muy bueno porque sirve para envases que vengan con precorte y sin precorte. Y su corte es muy fino y exacto. Su mayor desventaja es el complejo sistema de banda transportador que hace girar y trasladar el envase hasta el cortador.

Fuente: CHIA MING CORPORATION. Maquinaria industrial [en línea]. Taipei China: Chia Ming Corporation, 2003. [Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.cm-pet.com.tw.

Teniendo en cuenta los parámetros de estas maquinas se generaron las siguientes tablas comparativas. En las cuales podemos comparar nuestras necesidades de diseño y las diferentes métricas que tiene nuestro diseño, frente a las características de funcionamiento de los diferentes sistemas de rebabado que encontramos en el mercado.

La comparación con estos fabricantes nos muestra ciertos parámetros que se deben tener en cuenta en el diseño del sistema de rebabado que estamos realizando.

Tabla 4. Necesidades vs. BENCHMARKING

No.	Necesidades	imp.	Cm 65 dv 56	FS 505D	FS 75pdo
1	Cortar la rebaba de forma automática	5	*****	*****	****
2	El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes	4	****	****	****
3	Altos niveles de calidad en el producto terminado	4	*****	*****	****
4	Facilidad de mantenimiento	5	***	****	***
5	Alto régimen de trabajo (24 horas)	5	*****	*****	*****
6	Mejorar el nivel de control en la producción	4	*****	*****	****
7	Mejorar el puesto de trabajo	4	****	*****	*****

Tabla 5. Medidas vs. BENCHMARKING

No. Métrica	No. Necesidad	Métrica	Inc.	Unidad	Cm 65 dv 56	FS 505D	FS 75pdo
1	5	Consumo de potencia	4	W/H			
2	1,3,6	Costo de manufactura	5	\$	36000000	90000000	75000000
3	4,5	Peso total	3	Kg.	-----	-----	-----
4	2,4,5	Dimensiones	4	Mm.	-----		
5	2,4,5	Resistencia	5	°C – N / m ²			
6	2,4,5	Durabilidad	5	Años	10	10	10
7	7	Ambiente laboral	3	Sub.	bueno	excelente	Excelente

5.6 GENERACIÓN DE CONCEPTOS

CLARIFICAR EL PROBLEMA

Descripción del producto

El dispositivo rebabador para cuerpos huecos es el encargado de cortar el sobrante de material en los envases, después de que estos han salido del proceso de soplado.

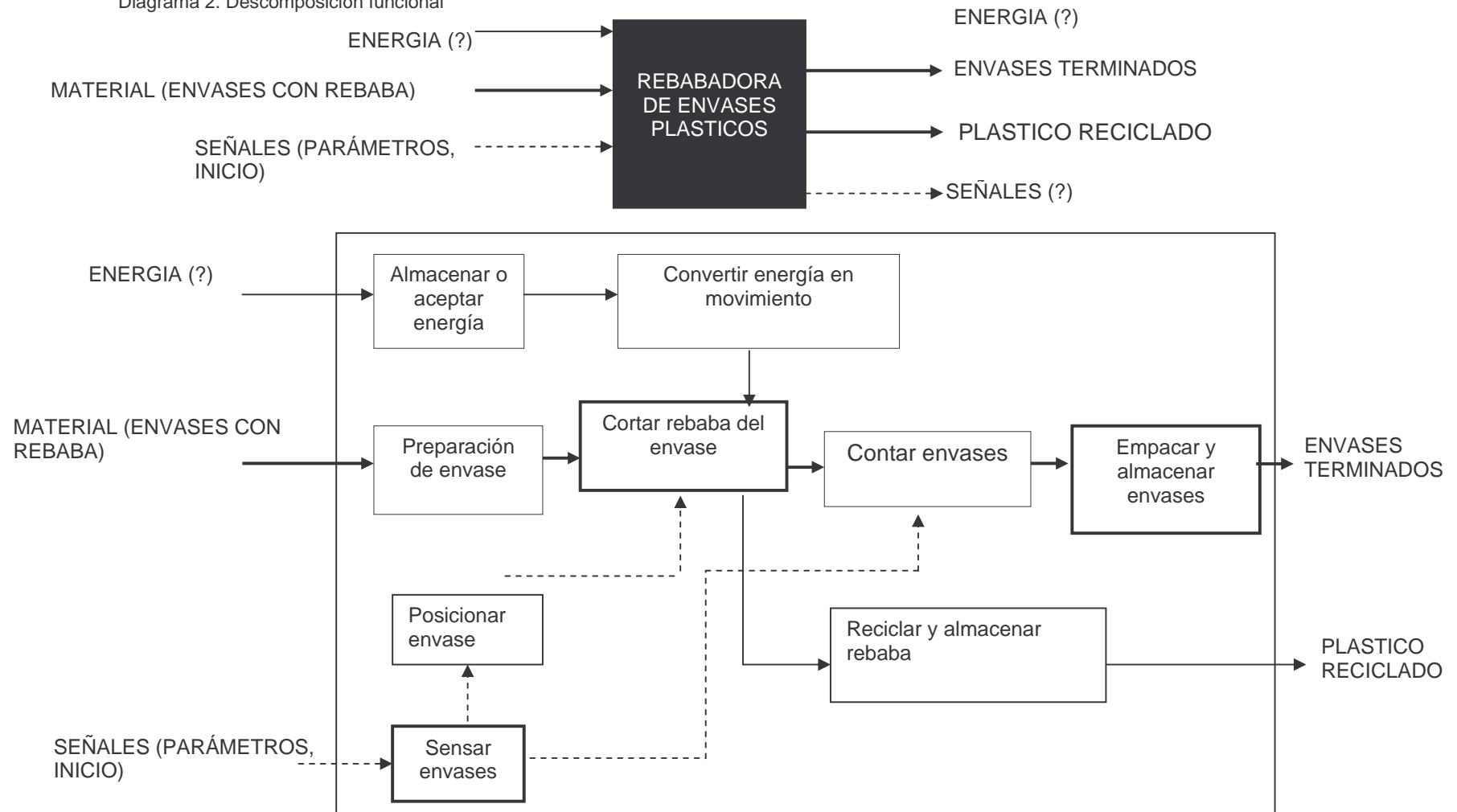
Necesidades

- Cortar la rebaba de forma automática
- El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes
- Altos niveles de calidad en el producto terminado
- Facilidad de mantenimiento
- Alto régimen de trabajo (24 horas)
- Mejorar el nivel de control en la producción
- Mejorar el puesto de trabajo

Para tener una visión mas clara de los diferentes aspectos de funcionamiento e interacción de los diferentes subsistemas que conforman el proceso de rebabado de envases, se han realizados dos diagramas de descomposición funcional. En ellos observamos las diferentes acciones e interacciones que se realizan en el sistema de rebabado de envases.

5.6.1 Descomposición Funcional

Diagrama 2. Descomposición funcional



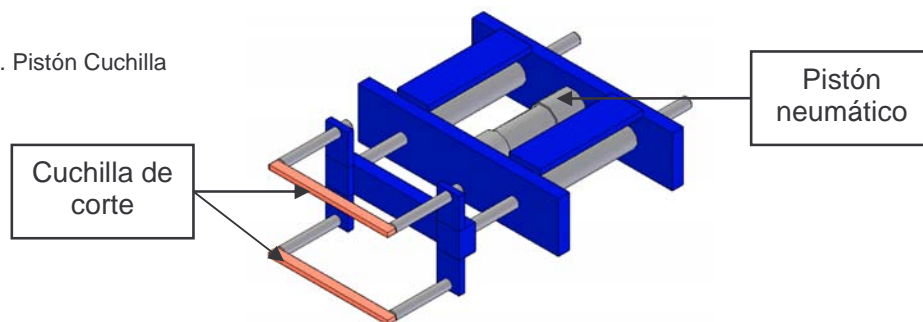
5.6.2 Búsqueda Externa E Interna: Estos tipos de búsqueda se realizan para generar conceptos acerca del problema entero como de las subfunciones que lo rigen, de lo cual se obtiene lo siguiente:

El embase sale de la etapa de soplado y debe ser transportado hasta la etapa de rebabado donde se generen distintos conceptos teniendo en cuenta las propiedades de la maquina.

Conceptos generados para la subfunción “cortar rebaba del envase”: esta subfuncion permite realizar el rebabado a los envases. Para esto se plantea.

Pistón Cuchilla

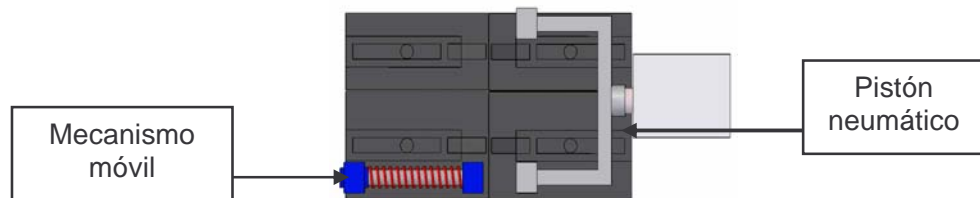
Figura 1. Pistón Cuchilla



El pistón – cuchilla es un concepto que se podría manejar para cortar los sobrantes de material del envase. Pero con la gran desventaja que con el más mínimo movimiento del envase podría quedar mal cortado.

Corte Por Presión

Figura 2. Corte por presión

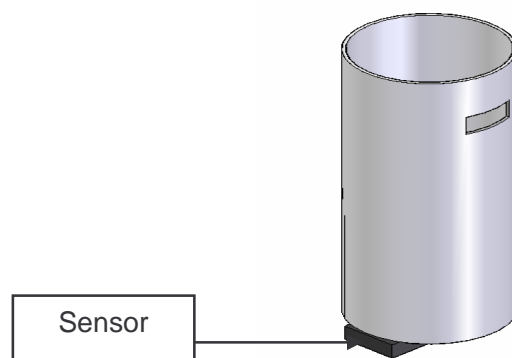


El corte a presión se realiza por medio de la fuerza que realiza el pistón y el mecanismo móvil. Este tipo de corte posee una alta calidad, debido a que los envases salen del molde con precorte de rebaba

Conceptos generados para la subfunción “contar envase”: para esta subfuncion se tuvieron en cuenta distintos tipos de contadores, y de acuerdo a lo anterior se determinara cual es el mas apropiado para los requerimientos de esta etapa.

Contador

Figura 3. Contador

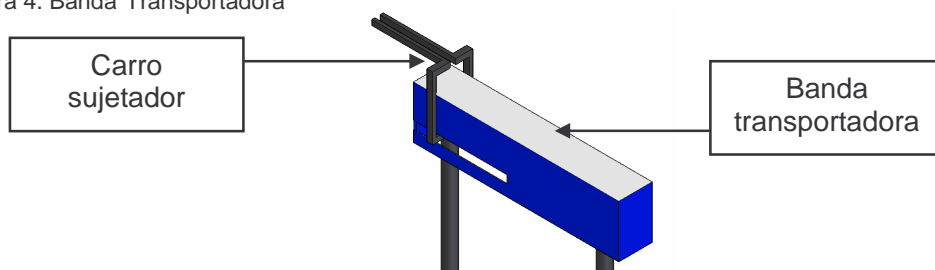


Este contador esta diseñado para registrar los envases ya terminados, y se encuentra al final del proceso antes de que los envases sean empacados.

Conceptos generados para la subfunción “preparación envase”: para esta subfuncion se tienen en cuenta los diferentes dispositivos encargados de transportar y colocar el envase en la posición deseada para realizar el rebabado.

Banda transportadora

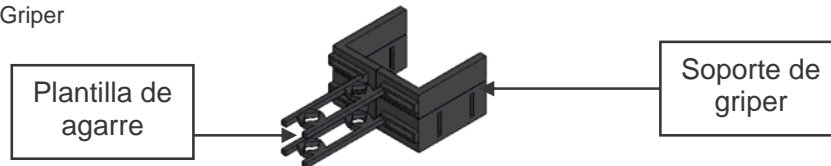
Figura 4. Banda Transportadora



Esta banda transportadora, además de transportar los envases hasta el final de la banda, también posee un carro sujetador con el fin de tomar los envases mientras se cortan y luego posicionarlos en la banda. Con la desventaja de no tener mucha fuerza para sujetar los envases en el momento del corte.

Griper

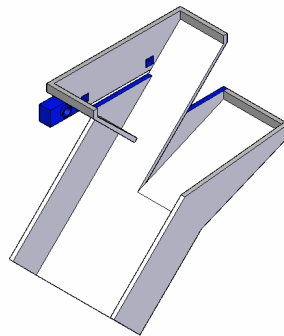
Figura 5. Griper



El griper va sujeto al molde de la maquina lo cual nos da la seguridad de un excelente agarre de los envases mientras se cortan los sobrantes de material de estos. Estos griper cuentan con la facilidad de desplazamiento tanto horizontal como vertical para ajustarlo a los diferentes tipos de envases que se van producir.

Bandeja

Figura 6. Bandeja

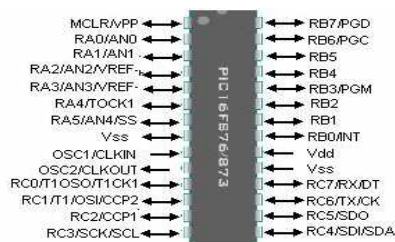


La bandeja es la encargada de recopilar tanto los envases terminados que serán empacados como la rebaba que ha sido desprendida del envase la cual se almacena y se muele para volver a producir materia prima para el proceso de soplado.

Conceptos generados para la subfunción “Control de corte de rebaba”: para esta subfuncion se tienen en cuenta los diferentes dispositivos encargados de generar el control necesario para el manejo, control y calibración del sistema de rebabado.

Microcontrolador

Foto 9. Microcontrolador



Es un dispositivo electrónico que posee la facilidad de ser programado, es muy versátil. Se necesita una muy buena etapa de potencia para poder ejecutar bien su funcionamiento.

Logo

Foto 10. Logo



Fuente: MICROCHIP TECHNOLOGY INC. 8-Bit cmos Microcontrollers with A/D Converter. Pic16c71. 6 ed. Atlanta Usa: McGraw-Hill, 1999. p. 17.

El logo es un dispositivo de control programable el cual nos permite mucha versatilidad en la programación, pero el costo de adquisición lo convierte en una concepto costoso a en el momento de seleccionarlo.

Timer

Foto 11. Timer



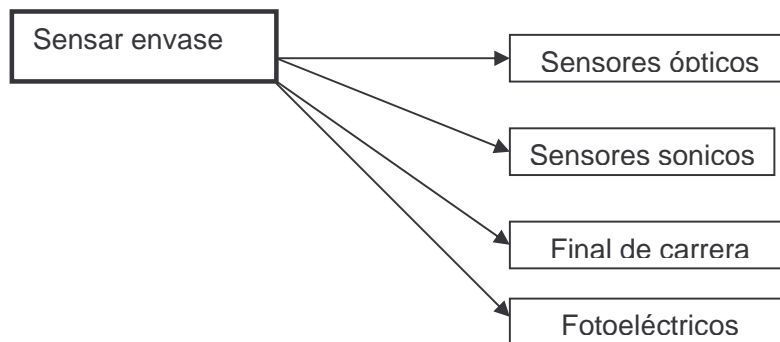
Es un dispositivo electrónico, el cual sirve para retrasar la señal que activa la electroválvula que hace mover al pistón cortador. Este posee muchas ventajas, debido a su bajo precio su versatilidad y alta comercialización.

Fuente: AUTONICS. Componentes Electrónicos. Temporizadores [en línea]. México DF: Autonics, 2006.
[Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.isel.com.mx.

5.6.3 Exploración Sistematizada: Árbol De Clasificación De Conceptos.

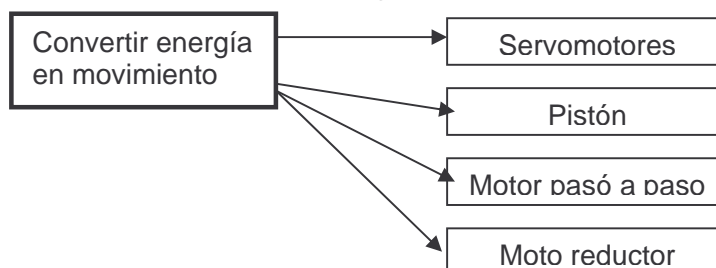
Para la subfuncion sensar envase vemos las diferentes opciones que tenemos en el cual vemos que encontramos desde sensores de alta tecnología hasta simples finales de carrera que pueden ser en determinado momento una opción muy acertada a la hora de diseñar

Diagrama 3. Clasificación – sensado de envases



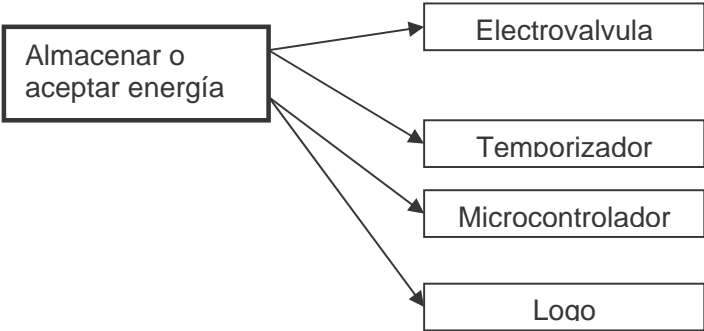
En el sistema de conversión de movimiento encontramos diferentes componentes que nos permiten realizar esta tarea, dependiendo las características y los parámetros que requiera el rebabador se debe escoger el que se adapte mejor a las condiciones de la maquina.

Diagrama 4. Clasificación – convertir energía



El concepto de almacenar energía tiene que verse como la posibilidad de transformar determinado tipo de energía en otra de diferente tipo o en trabajo teniendo en cuenta que en esta transición se generan pérdidas en el sistema.

Diagrama 5. Clasificación – almacenar energía



5.6.4 Combinación De Conceptos: En la combinación de conceptos obtenemos las diferentes configuraciones generadas por las combinaciones de conceptos que se determinaron en la búsqueda externa e interna que se realizó en la anterior etapa de diseño.

Prototipo A

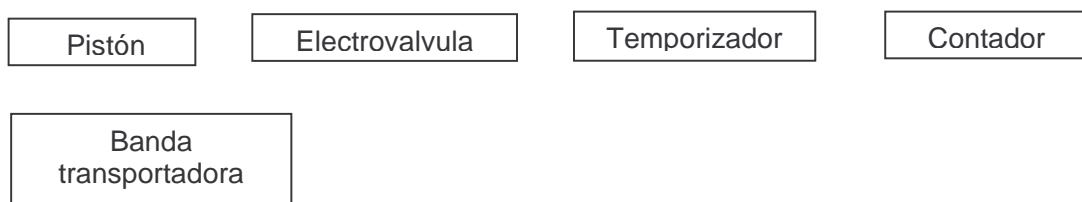
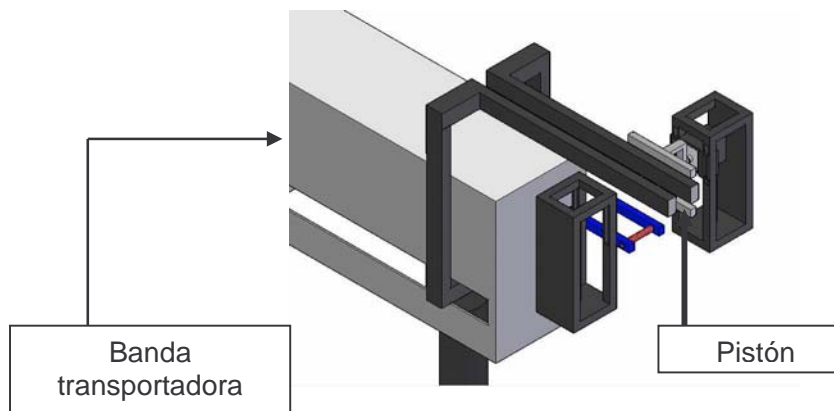


Figura 7. Prototipo A



Este prototipo a desde el principio se supo que presentaría muchos problemas, debido a que cuando el carro de sujeción de la banda transportadora toma los envases, no lo realiza de una forma muy fuerte, y cuando el pistón va a hacer el corte de la rebaba, posiblemente el envase se va a mover y generara un gran error en el corte.

Prototipo B

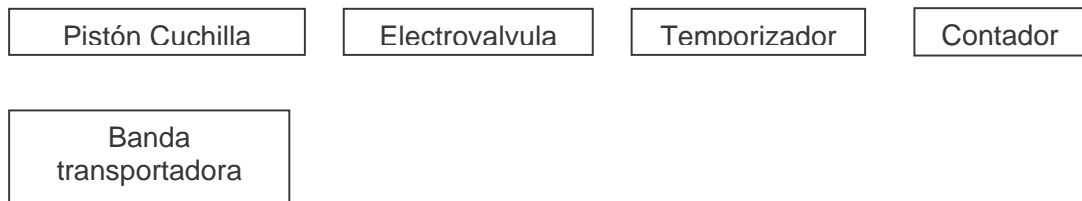
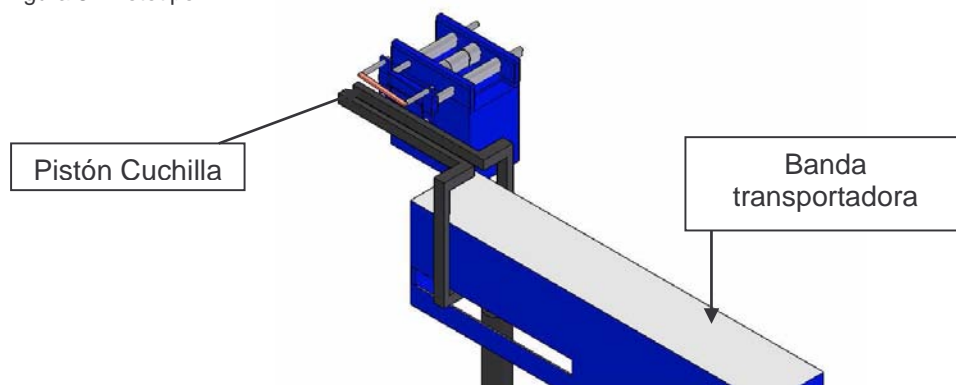


Figura 8. Prototipo B

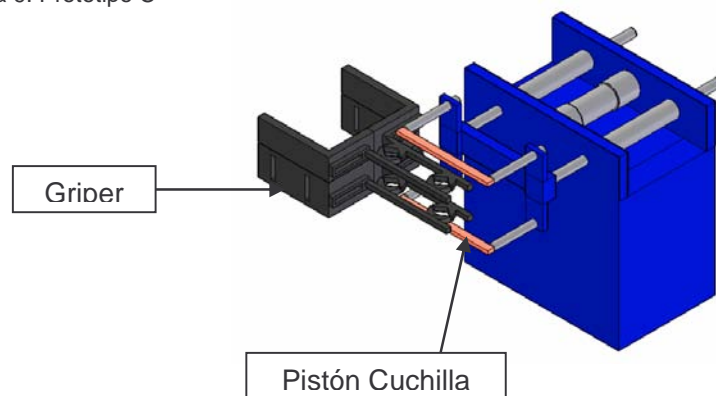


En este concepto no tenemos el problema que generaría la fuerza que ejerce el pistón, debido a que el corte lo realiza una cuchilla caliente. La gran desventaja que presenta este prototipo es que la rebaba inferior del envase presenta una pequeña curvatura, la cual puede generar un corte falso y por lo tanto un envase defectuoso. Además la banda transportadora genera un alto incremento en los costos de diseño.

Prototipo C



Figura 9. Prototipo C



En el prototipo C encontramos que no tenemos el problema que generaría la fuerza que ejerce el pistón, debido a que el corte lo realiza una cuchilla caliente. Genera como desventaja problemas muy similares a los del prototipo anterior. La curvatura de la rebaba inferior puede generar error en el corte de rebaba. El diseño de este prototipo también tiene como desventaja que la rebaba que es cortada se puede mezclar con los envases terminados y esto generaría un doble trabajo en el empaque por que se tendría que realizar una separación manual la cual retrasaría el empaque del producto.

Prototipo D

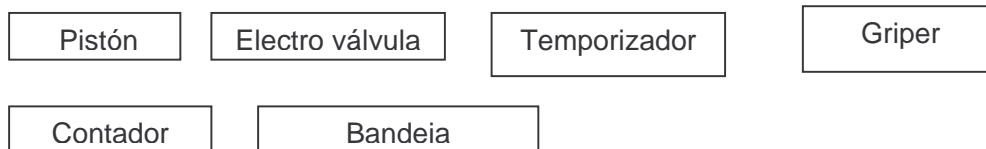
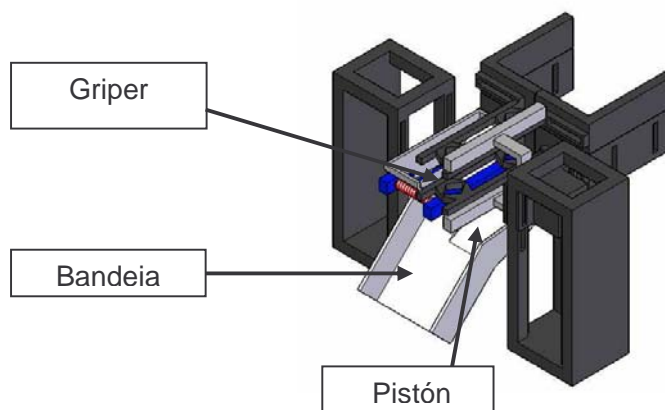


Figura 10. Prototipo D



Este prototipo no presenta problema de falta de fuerza en la sujeción de los envases, puesto que el griper va acoplado a la placa porta molde. Las bases están precisamente acopladas a la parte delantera de la maquina (como se mostrara mas adelante en las figuras del layout). Esta fuerte sujeción permite que halla un corte de las rebabas de buena calidad y debido a no presentar más elementos neumáticos los costos de diseño disminuyen.

5.6.5 Selección De Conceptos: Necesidades identificadas.

- Cortar la rebaba de forma automática
- El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes
- Altos niveles de calidad en el producto terminado
- Facilidad de mantenimiento
- Alto régimen de trabajo (24 horas)
- Mejorar el nivel de control en la producción
- Mejorar el puesto de trabajo

MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS

Esta selección esta basada en las características de un producto reconocido comercialmente **REF: full – Chine FS – 505D**

En esta tabla podemos comparar nuestros conceptos con un diseño seleccionado previamente en el benchmarking competitivo. Esto nos lleva a tener una comparación de un concepto virtual frente a un diseño real, trayéndonos como ventajas poder realizar una selección más minuciosa y descartar conceptos no aptos para escoger en el diseño a realizar.

En este caso en particular se tomo referencia comparativa el sistema de rebabado de la maquina de la Full – Chine de la serie FS – 505D, donde cual mostró las mejores prestaciones de manejo y control de calidad en el proceso.

Tabla 6. Matriz de tamizaje.

Criterio de selección	Variantes de conceptos				
	A	B	C	D	REF
Cortar la rebaba de forma automática	+	+	+	+	0
El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes	0	0	0	+	0
Altos niveles de calidad en el producto terminado	-	-	-	-	0
Facilidad de mantenimiento	+	-	-	0	0
Alto régimen de trabajo (24 horas)	0	-	-	+	0
Mejorar el nivel de control en la producción	+	0	-	+	0
Mejorar el puesto de trabajo	0	0	-	0	0
Positivos		3	2	1	4
Iguales		3	3	1	2
Negativos		3	2	5	1
Total		0	0	-4	3
Orden		2	3	1	4
¿Continuar?		S	S	N	S

La evaluación de conceptos en la tabla anterior se realizó en una reunión de producción, donde se tuvo muy en cuenta la opinión del ingeniero de planta por la experiencia que maneja en el proceso y los criterios de los 2 supervisores de turno.

Como resultado de esta primera preselección, hemos descartado nuestro primer concepto. En un análisis de resultados que nos muestra la tabla anterior observamos que el resultado del concepto C es bastante negativo esto se debe a que después de la evaluación que se realizó, dicho concepto no presentó los requerimientos mínimos para ser tenido en cuenta en una próxima selección.

MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE CONCEPTOS

Con esta matriz buscamos estar seguros de evaluar con una mayor precisión el los conceptos seleccionados y poder escoger el concepto mas conveniente.

Tabla 7. Matriz de evaluación de conceptos.

	Variantes de conceptos						
		A		B		D	
Criterios de selección	% Ponderación	Nota	Criterio de Ponderación	Nota	Criterio de Ponderación	Nota	Criterio de Ponderación
Cortar la rebaba de forma automática	20	3	0.6	3	0.6	4	0.8
El dispositivo contara con las medidas de seguridad pertinentes	13	4	0.52	4	0.52	4	0.52
Altos niveles de calidad en el producto terminado	13	3	0.39	4	0.52	3	0.39
Facilidad de mantenimiento	13	4	0.52	2	0.26	5	0.65
Alto régimen de trabajo (24 horas)	15	4	0.6	3	0.45	4	0.6
Mejorar el nivel de control en la producción	13	3	0.39	4	0.52	4	0.52
Mejorar el puesto de trabajo	13	3	0.39	4	0.52	3	0.39
Total		3.41		3.39		3.87	
Orden		2		3		1	
¿Continuar?		No		No		Desarrollar	

Para determinar los diferentes porcentajes y valores en los criterios de selección. Se realizo una asamblea general que fue programada el mismo día que se tenía planeado realizar mantenimiento general en la planta. Citando así a los directivos de la empresa. Con esto se busco tener una opinión más amplia en la selección del concepto final.

Para realizar dicha selección se hizo una exposición de los diferentes conceptos que se iban a seleccionar, y realizando una minuciosa explicación de las diferentes alternativas que maneja cada uno de los conceptos. Se procedió a realizar una entrevista personalizada a cada uno de los integrantes de la reunión por medio de una pequeña encuesta, que constaba básicamente evaluar cada una de las necesidades dándole un porcentaje de importancia según su criterio. En este punto se apelo mucho a la experiencia de cada persona dentro de la asamblea.

Luego se realizó una plenaria para llegar a un común acuerdo sobre los criterios de evolución. Después se pasó a realizar la evaluación de los diferentes conceptos, obteniendo como resultado que el concepto que mejores prestaciones mostró fue el concepto D, y por consiguiente ese concepto fue el que entro a ser evaluado en las siguientes etapas de diseño.

5.7 ARQUITECTURA DE PRODUCTOS

Se eligió la *arquitectura modular* en base a las características que presentará el rebanador de envases plásticos y teniendo en cuenta las características de manejo de la sopladora de envases. El rebabador debe hacer parte de la maquina, pero este tiene que tener la versatilidad de operación suficiente para poder ajustarse a los diferentes tipos de envases manejados en la maquina.

Tendiendo en cuenta que lo anterior esta en el planteamiento del problema, se decidió que la arquitectura modular nos permitirá cumplir con estos requisitos sin presentar modificaciones radicales dentro de a estructura que tiene la maquina.

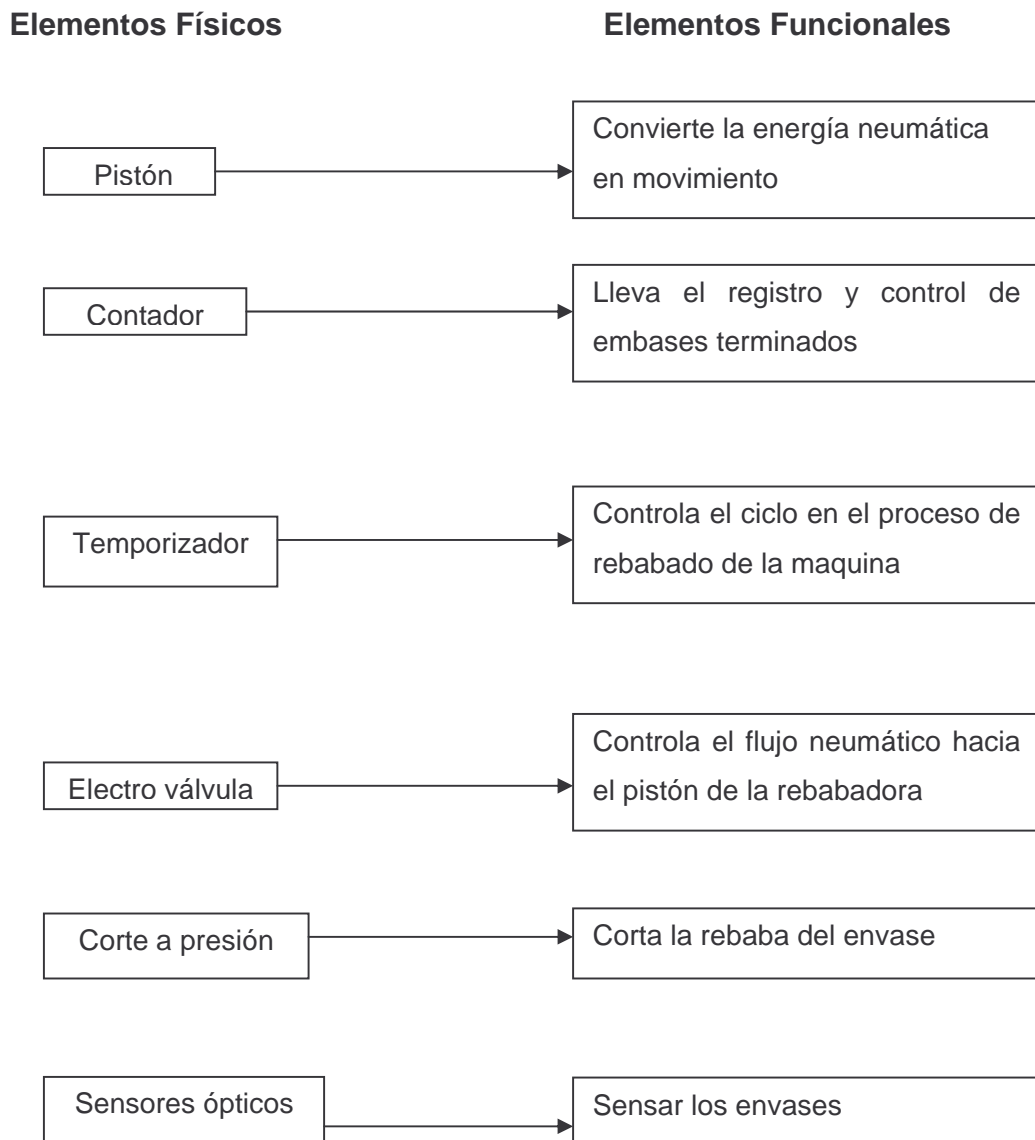
Para la selección de la arquitectura también se tuvo en cuenta el futuro del producto, realizando una visión de lo deseado, la evolución y las necesidades que el mercado brinda, los medios para satisfacer las necesidades e ir a la par de la evolución tecnológica con la facilidad de hacer cambios que no generen altos costos de implementación.

5.7.1 Arreglo De Elementos Funcionales En Conjuntos: En esta primera etapa de la arquitectura de productos se descompuso el dispositivo a desarrollar en conjuntos físicos, los cuales constituyen los elementos básicos. Se dividió el sistema en los siguientes elementos físicos:

- Pistón
- Temporizador
- Contador
- Corte a presión
- Electro válvula
- Sensores ópticos

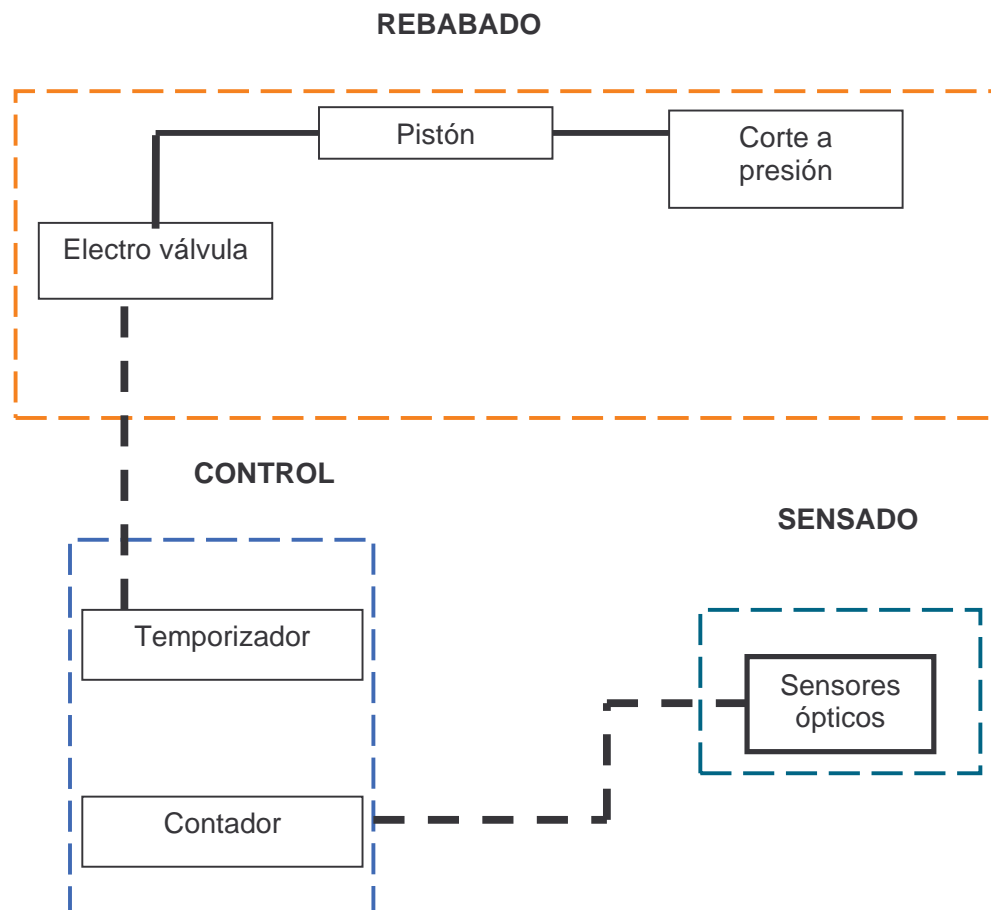
En el siguiente esquema se representa la función que tiene cada elemento físico dentro del dispositivo.

Diagrama 7. Arreglo de elementos funcionales



5.7.2 Establecimiento De La Arquitectura Modular:

Diagrama 8. Diagrama arquitectura del sistema



De acuerdo al ciclo de soplado de la maquina se programa un temporizador sincronizado con el temporizador de soplado para que el rebabador haga su función de cortar cuando se encuentre la maquina en la etapa de soplado. Como el rebabador es independiente a la maquina se ha decidido que no se use el mismo temporizador de soplado sino otro que se programa bajo los mismos parámetros, teniendo en cuenta que el ciclo de soplado puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de envase y la variedad del material.

Los envases que pasan correctamente por el ciclo de rebabado pasan por un contador que es el encargado de llevar el control de producción para cada lote de envases.

Lo que se pretende con este tipo de diseño es que el embase no sea manipulado en ninguna de las etapas de producción, buscando así cumplir de la manera mas eficiente con las necesidades que el cliente planteo al principio del proyecto.

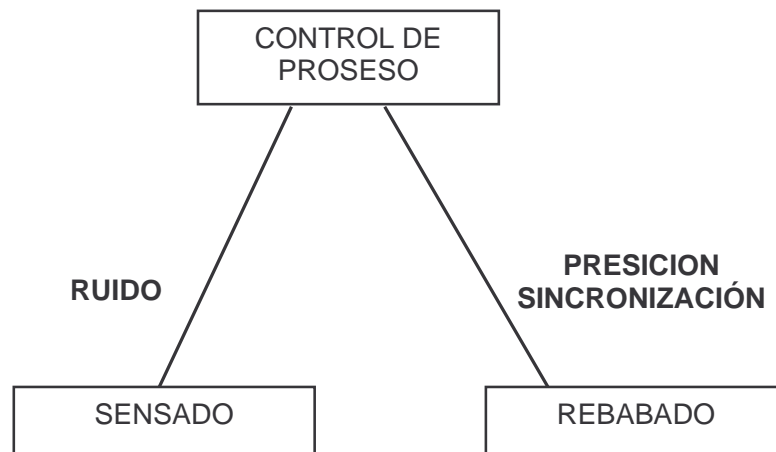
Consideraciones para la elaboración de los conjuntos

- Cómo se comparten las funciones.
- Integración geométrica y precisión.
- Localización de los cambios.
- Adaptaciones de las variantes del producto.

Todos los conjuntos se determinaron a partir de la relación que existe entre las funciones de cada una de las partes, de su relación física, es decir que necesitan estar ubicados cercanamente para su correcto funcionamiento. También se tuvo en cuenta el momento en que el usuario desea realizar alguna adaptación o cambios al sistema, para que cuando se realicen estos cambios no causen efectos en gran medida sobre los demás elementos cercanos (elementos que tienen funciones que no se desean modificar).

5.7.3 Interacciones Entre Conjuntos: FUNDAMENTALES E INCIDENTALS

Diagrama 9. Interacciones entre conjuntos



Las interacciones que se presentan entre el control del proceso de rebabado y el rebabado son fundamentales debido a que de estas depende el correcto funcionamiento del sistema por ende cualquier error en una de estas interacciones puede llevar a significar problemas de producción y de calidad.

Las interacciones entre el control y el sensor de los envases se presentan de manera incidental debido a que el mayor problema que podemos identificar es la generación de fallas por ruidos en el sistema que generarían un conteo errado de los envases, esto se previene manejando los filtros en el sistema electrónico del contador.

5.7.4 Distribucion Geométrica (Layout)

Figura 11. Layout 1

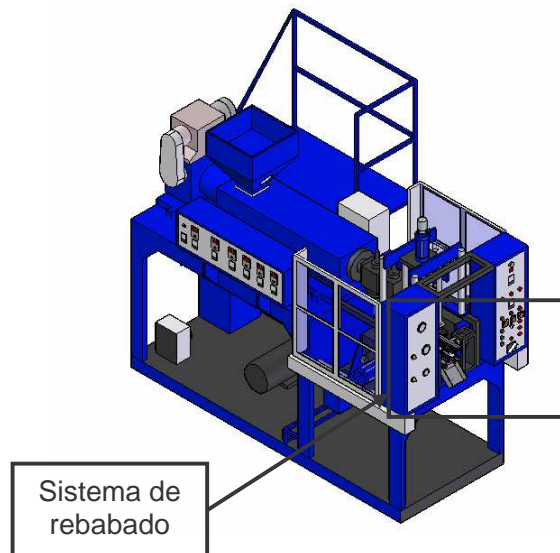


Figura 12. Layout 2

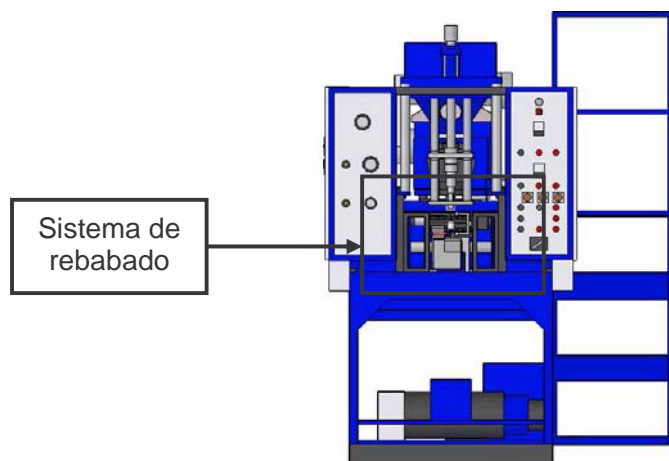
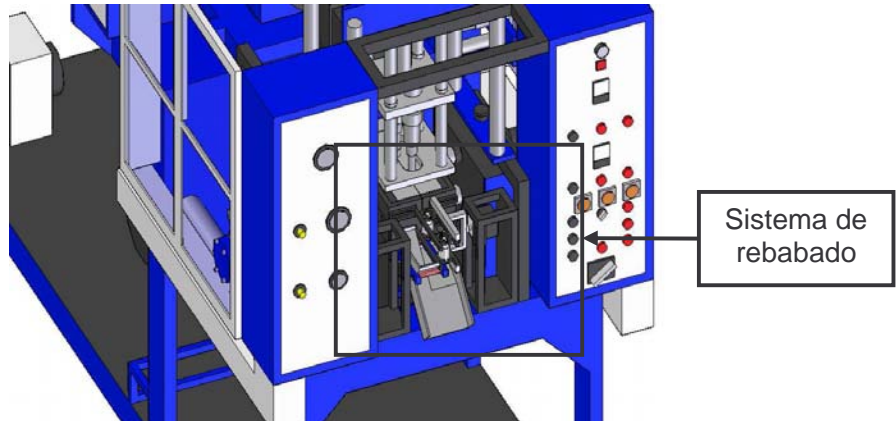


Figura 13. Layout 3

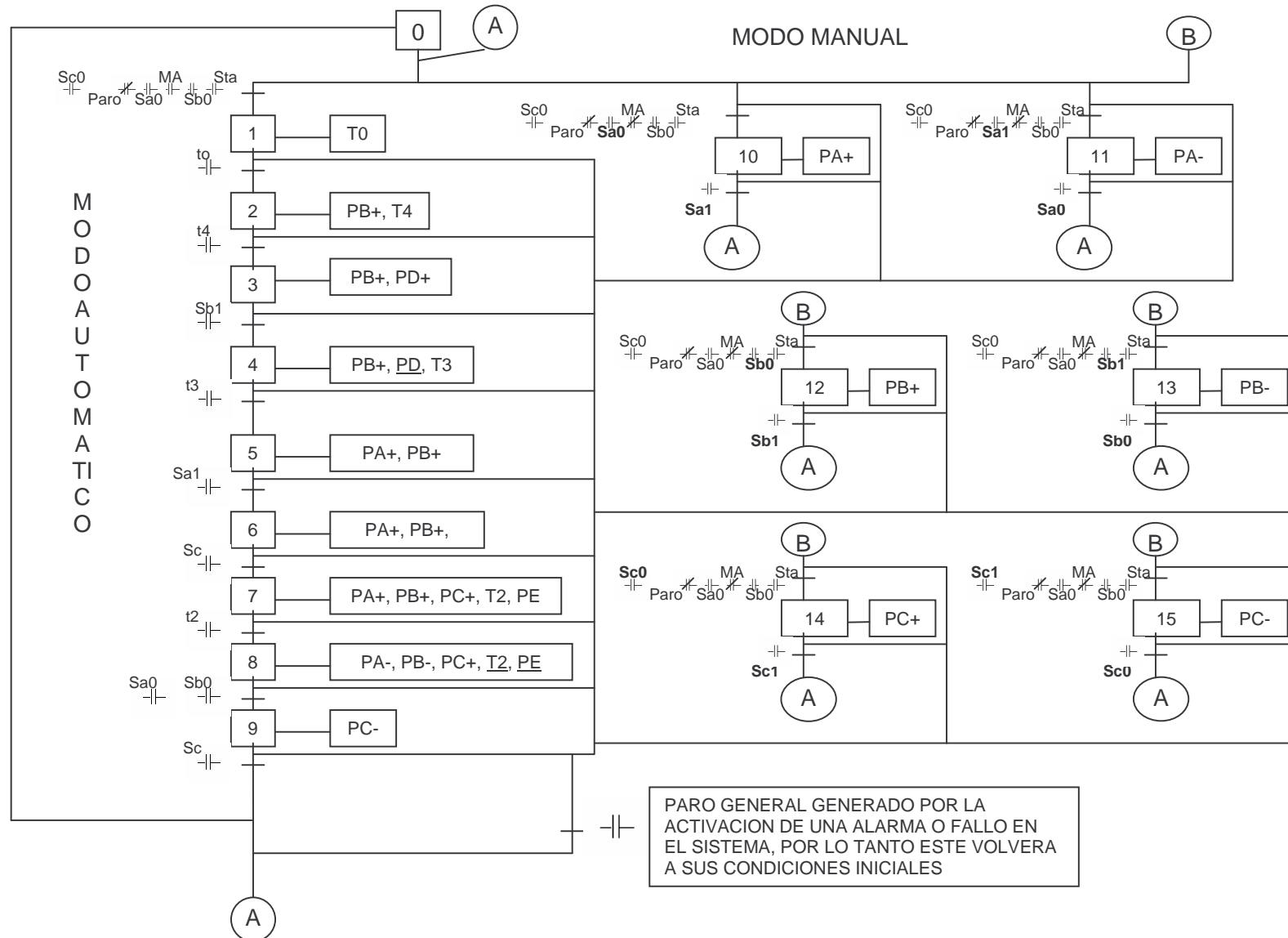


5.7.5 Arquitectura Del Sistema Electrónico Y De Control: Especificaciones.

- Interfaces de Potencia
- Interfaces de Usuario
- Sistema con un alto grado de precisión
- Manejo autónomo del proceso

5.7.5.1 Diagrama De Flujo Del Proceso De Fabricación De Envases

Diagrama 10. Diagrama de flujo del proceso



En el diagrama de flujo anterior esta descrito todo el proceso de fabricación de envases plásticos. En el se describe todos los pasos que debe tener la maquina desde la preparación del material hasta el corte de rebaba.

Lo primero que genera el diagrama de flujo es seleccionar el modo de funcionamiento en el cual se desea operar la maquina, ya sea automático o manual. El siguiente paso para el modo automático es iniciar la maquina desde sus condiciones iniciales.

El temporizador T0 se activa y es el encargado de controlar el tiempo de calentamiento de las mangas, luego se activa la señal para que el carro del molde se traslade hasta la posición para recibir las mangas, así mismo se activa el temporizador encargado de dar la señal del corte de las mangas en este punto el carro de molde se ha cerrado y procede a dirigirse hacia la posición de soplado activando el pistón A, el pistón B debe permanecer activado para evitar que los moldes se separen.

Cuando el carro se encuentra en la posición de soplado se activa el pistón C que es el encargado de bajar los punzones de soplado y el timer T2 que es el que controla el tiempo de soplado. En este punto también activamos el pistón E que es el encargado de activar el sistema de rebabado. El sistema de rebabado debe ir sincronizado con el sistema de soplado para que cuando la maquina este soplando también este rebabado.

Por ultimo se abre el pistón B para que los moldes se separen y los envases que fueron rebabados caigan en la bandeja recibidora, después de este paso el ciclo de la maquina vuelve a comenzar.

El modo manual simplemente activa y desactiva los diferentes componentes de la maquina y generalmente es utilizado para calibración de la misma.

5.7.5.2 Glosario De Términos:

- T0: timer de la manga
- T1: timer de soplado
- T2: timer para el tiempo de enfriamiento
- T3: temporizado de cortado de la manga
- T4: timer --- retardo de cortado (es para la programación)
- PA: pistón y electro válvula para mover el carro de soplado hacia delante y hacia atrás
- PB: pistones y electro válvula para abrir y cerrar el carro de soplado (contiene al molde)
- PC: pistón y electro válvula para subir y bajar el (los) punzón de soplado de la maquina
- PD: pistón y electro válvula de simple efecto para cortar la manga (devuelve por resorte)
- ***PE: PISTON Y ELECTROVALVULA DE SIMPLE EFECTO PARA CORTAR LA REBABA DEL EMBASE (DEVUELVE POR RESORTE)***
- MA: modo de manejo automático
- PARO: paro de emergencia general de toda la maquina
- STAR: arranque general del sistema

5.7.5.3 Características De Cada Pistón:

- PARA EL PISTON A
 - PA-: pistón (carro) en desplazamiento hacia la manga
 - PA+: pistón (carro) saliendo en dirección hacia la sección de soplado
 - Sa0: sensor (micro) activado ----- carro en posición de recibir la manga
 - Sa1: sensor (micro) activado ----- carro en posición de sección de soplado
- PARA EL PISTON B
 - PB-: molde en movimiento de abrir
 - PB+: molde en movimiento de cerrado
 - Sb0: sensor (micro) activado ----- molde en posición abierta
 - Sb1: sensor (micro) activado ----- molde en posición cerrada
- PARA EL PISTON C
 - PC-: subiendo el pistón encargado del punzón de soplado
 - PC+: bajando el pistón encargado del punzón de soplado
 - Sc0: sensor (micro) activado ----- punzón arriba
 - Sc1: sensor (micro) activado ----- punzón abajo y soplando
- **PARA EL PISTON E**
 - Se activa por medio d una señal que envía el timer sincronizado con el timer del soplador.
- PISTON D
 - Se activa y se desactiva por software

5.8 DISEÑO INDUSTRIAL

Evaluación del nivel de importancia del DI para el sistema de rebabado

Con el fin de tener mayor claridad de cuales son las necesidades que tendrán mayor peso a la hora del desarrollo del producto, se identifican las necesidades funcionales y estéticas; de esta forma se hace más fácil la evaluación del cumplimiento de cada una de estas necesidades con el concepto seleccionado.

¿Cuán importante es la facilidad de uso?

Teniendo en cuenta que las personas que van a manipular el dispositivo, son los operarios de la planta, los cuales tienen un nivel Básico de capacitación, por esta razón los dispositivos de control y operación deben estar ubicados en áreas visibles y de fácil acceso a la manipulación. Y ser coherentes o estándar con los dispositivos ya existentes en la maquina sopladora.

¿La facilidad de mantenimiento?

El sistema de rebabado debe permitir un acceso a todos los elementos del mismo sin generar problemas en estructura o sus piezas, lo cual lo hace fácil de desensamblar y reinstalar partes, la maquina esta diseñada para que sea reparada por personal técnico capacitado y con un conocimiento básico en este tipo de dispositivos, sin embargo es de fácil acceso para cualquier mantenimiento rápido.

¿Cuántas interacciones se requieren con el usuario para hacer que el producto funcione?

Los pasos para la puesta en marcha del sistema de rebabado son mínimos, con el

encendido de la maquina y configurarse de modo automática el sistema de rebabado puede ponerse a funcionar, pero esto dependerá de la configuración que el usuario le de al sistema.

¿Cuáles son los aspectos de seguridad a considerar?

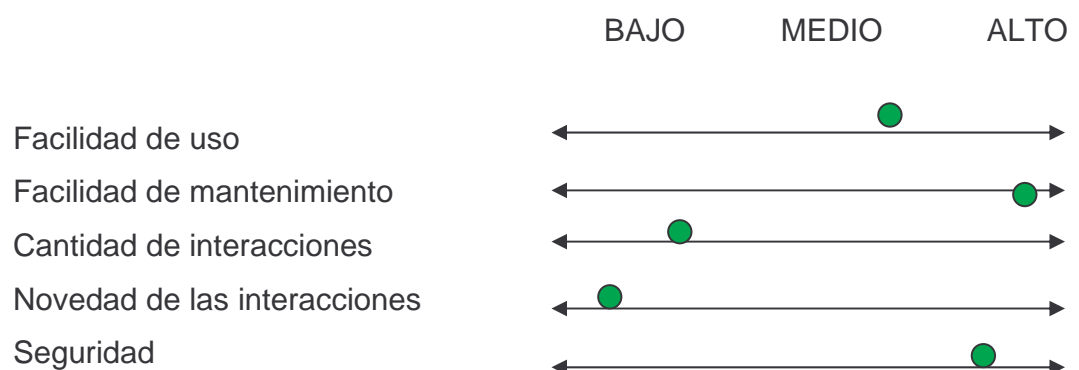
Se debe tener en cuenta que el sistema de rebabado de cumplir con las normas vigentes en la legislación colombiana sobre seguridad industrial, además de tener estándares de calidad que se rigen por estamentos internacionales como las normas ISO, esto buscando siempre que la competitividad de la empresa en el mercado de envases plásticos a nivel regional y nacional.

¿Cuánta novedad involucran esas interacciones?

Las interacciones son muy básicas, no necesita de muchas interacciones y mucho menos de novedades en las mismas, debido a que se deben manejar unos estándares y unos parámetros ya establecidos en la sopladora de envases

5.8.1 Valoración Del Diseño Industrial En El Sistema De Rebabado:

Diagrama 11. Valoración primaria del diseño industrial



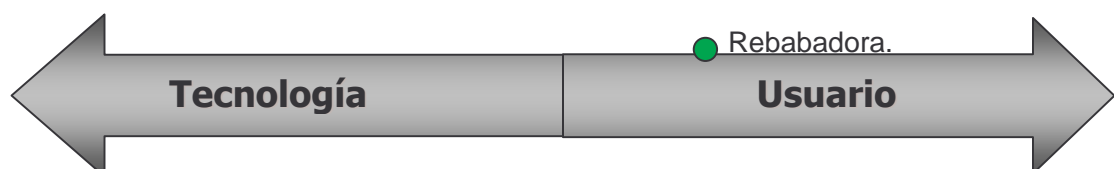
El resultado de esta evaluación nos muestra que para el desarrollo del sistema de rebabado hay que tener muy en cuenta los aspectos de seguridad debido a que es primordial la integridad de los operarios de la planta; además podemos observar que otros dos aspectos muy importantes son la facilidad de uso, esto nos llevara a mejorar la calidad en el puesto de trabajo y por ende una mejor calidad de vida de los operarios de la planta. Con respecto al mantenimiento hay que tener en cuenta que este dispositivo debe estar sujetos a cambios en sus parámetros debido a que hay una frecuente variación en el tipo de envase que se desea fabricar.

5.8.2 Naturaleza Del Producto: Con el fin de determinar con mayor claridad cual es la acometida principal del diseño, se intenta identificar la tendencia o naturaleza del producto con referencia a la tecnología o al usuario.

El diseño industrial tiene una influencia decisiva en el diseño, ya que se ha tomado muy en cuenta la parte física del producto, sin embargo, es de casi o mayor prioridad la funcionalidad del producto, de este modo también se ha tenido gran fijación sobre la precisión y fiabilidad de cada una de las partes del sistema de rebabado automático.

De lo anterior queda considerado que se encuentra dominado por el usuario debido a que es primordial la funcionalidad pero dependiendo siempre de la supervisión del operario de turno de este sistema, además no hay que olvidar que no debe afectar la arquitectura ni la estética de la maquina.

Diagrama 12. Naturaleza del producto

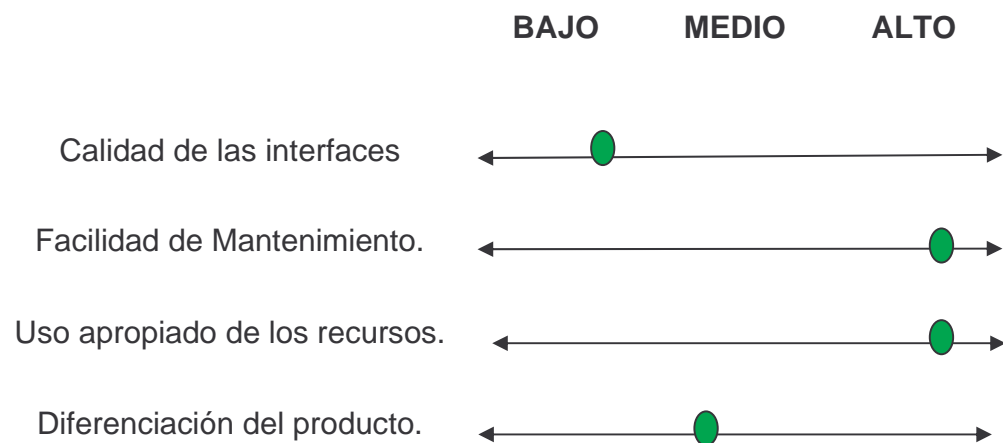


Por último y como resultado de este análisis se obtiene la valoración del diseño industrial; para hacer esto se tiene en cuenta lo siguiente:

- Calidad de las interfaces.
- Facilidad de mantenimiento.
- Uso apropiado de los recursos.
- Diferenciación del producto.

Cada una de ellas cumple con un punto importante de valoración de la calidad del diseño industrial.

Tabla 8. Valoración del diseño industrial



5.9 DISEÑO PARA MANUFACTURA DPM

En el diseño del dispositivo de rebabado de envases es de gran importancia conocer los costos de elaboración del diseño, por ende saber en un si el costo vs. Beneficio que arroja el diseñar este producto es favorable a la empresa. Como se sabe que un buen diseño para manufactura es el que reduce sus costos de producción sin sacrificar la calidad final del producto.

Para realización del dispositivo se opto por utilizar elementos de parámetros estándares y de fácil adquisición en el mercado nacional. Esto teniendo en cuenta que el diseño de una pieza exclusiva puede aumentar notablemente los costos del diseño, sobretodo en la etapa de implementación (la implementación no se realiza en este proyecto).

Analizando cada pieza que conformará el sistema de rebabado a diseñar encontramos ciertos beneficios, ya que se tiene presente tanto la manufactura, como otros factores en que el sistema tiene impactos y estos factores pueden ser: la funcionalidad, materiales, ergonomía, normas técnicas, factores de seguridad, legislación laboral entre otras.

Debido al incremento de los accidentes laborales durante la etapa de rebabado, se ha requerido diseñar este sistema de modo que el operario no tenga que manipular el envase hasta que este no se encuentre totalmente terminado. Y se ha diseñado el sistema de tal forma que en caso de que el operario requiera manipular el sistema este no atente contra su seguridad. Y así poder bajar el índice de accidentes laborales y mejorar la calidad de vida del trabajador

5.9.1 Modelo Virtual Para Visualización Del Concepto:

Figura 14. Visualización 1

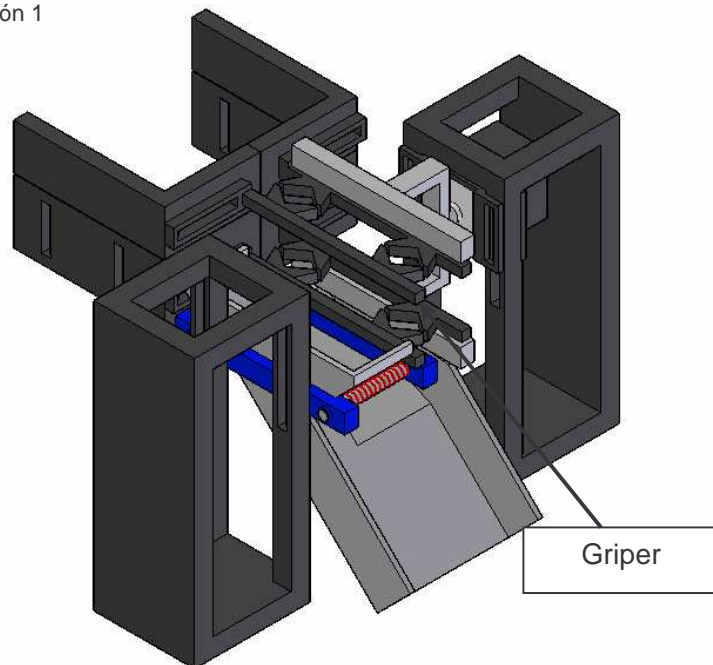


Figura 15. Visualización 2

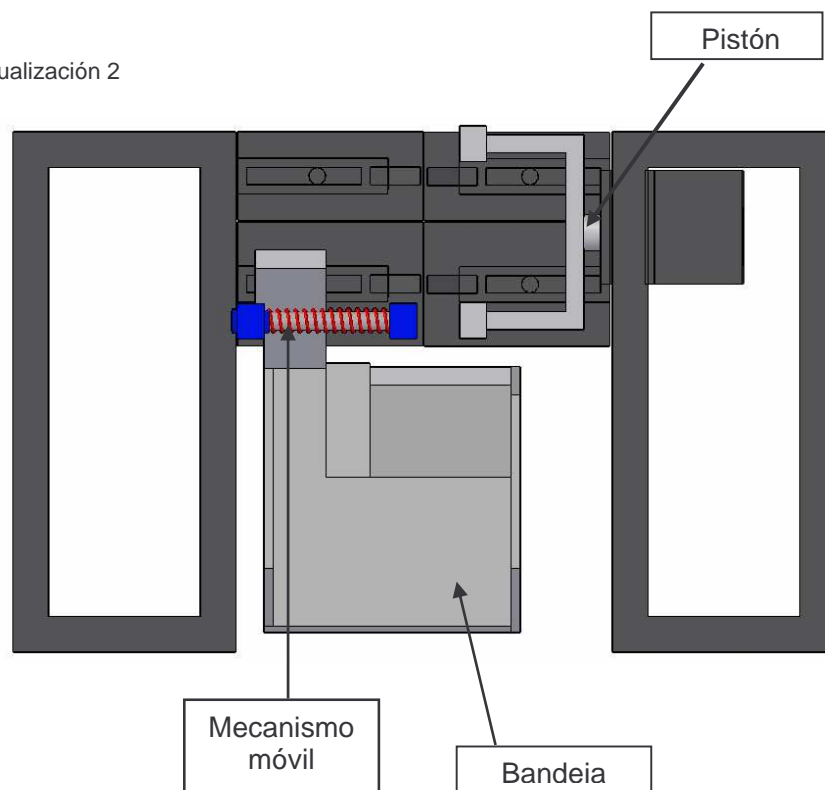


Figura 16. Visualización 3

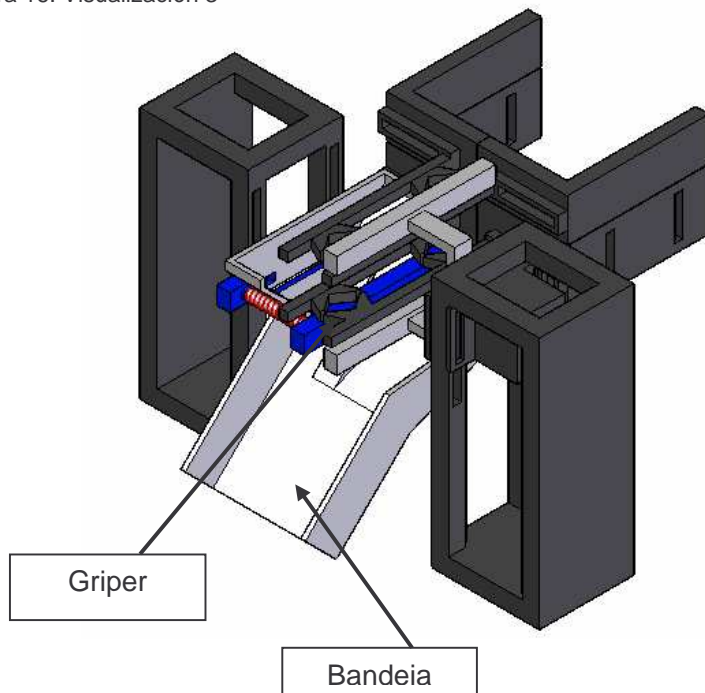
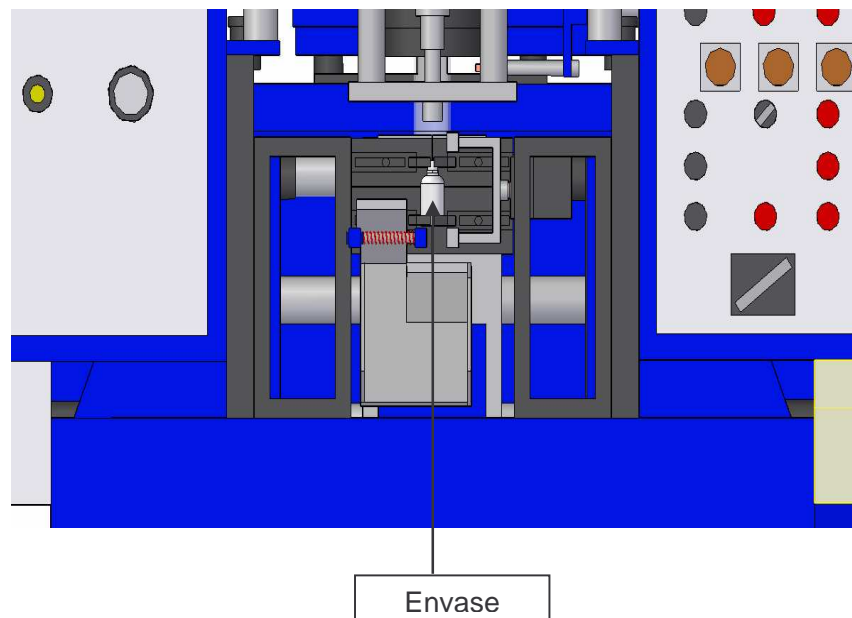
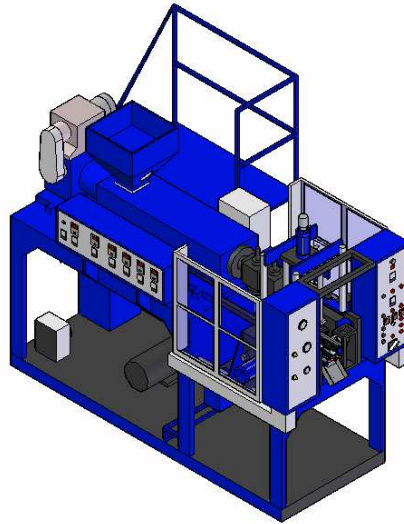


Figura 17. Visualización 4



5.9.2 Modelo Virtual De Funcionamiento Del Concepto

Figura 18. Modelo de funcionamiento 1



En esta imagen se puede ver el concepto que escogimos acoplado a la maquina en la parte delantera, las siguientes figuras serán de los procesos que realiza la maquina hasta el rebabado para que se entienda mejor las palabras serán sustentadas por las imágenes.

Figura 19. Modelo de funcionamiento 2

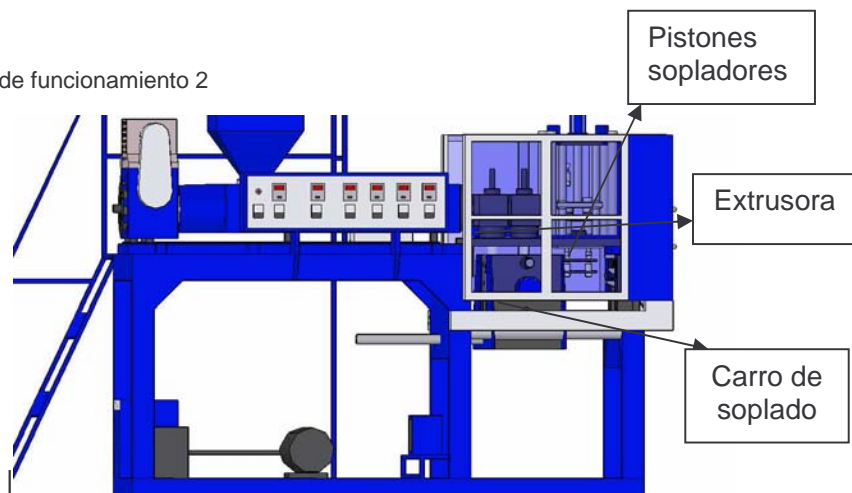
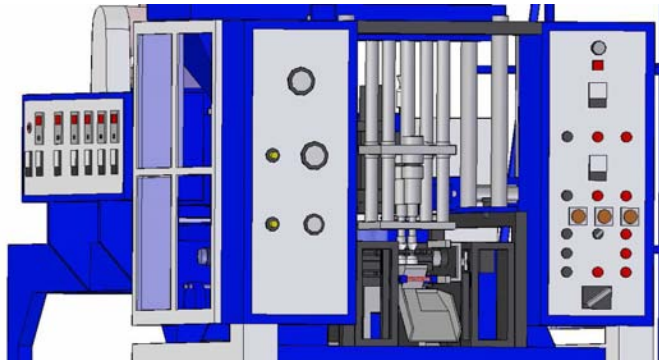


Figura 20. Modelo de funcionamiento 3



En las anteriores figuras se nota que el carro de soplado esta en la parte trasera debajo de la extrusora y oprimiendo el material dentro del molde a la vez con el griper esta sujetando a los envases que están en la boquilla de las pistones sopladores.

Figura 21. Modelo de funcionamiento 4

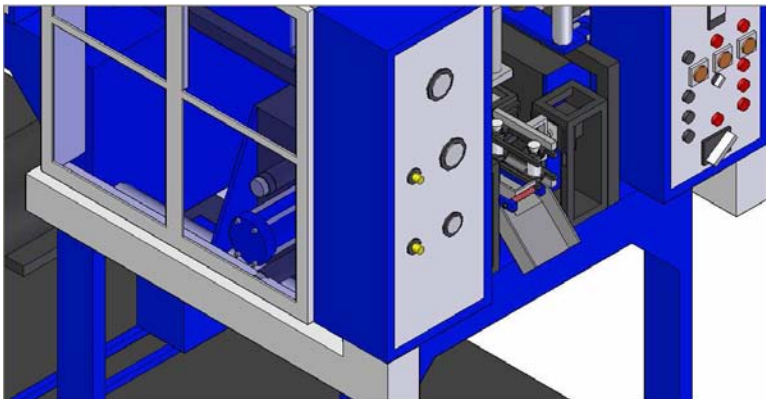
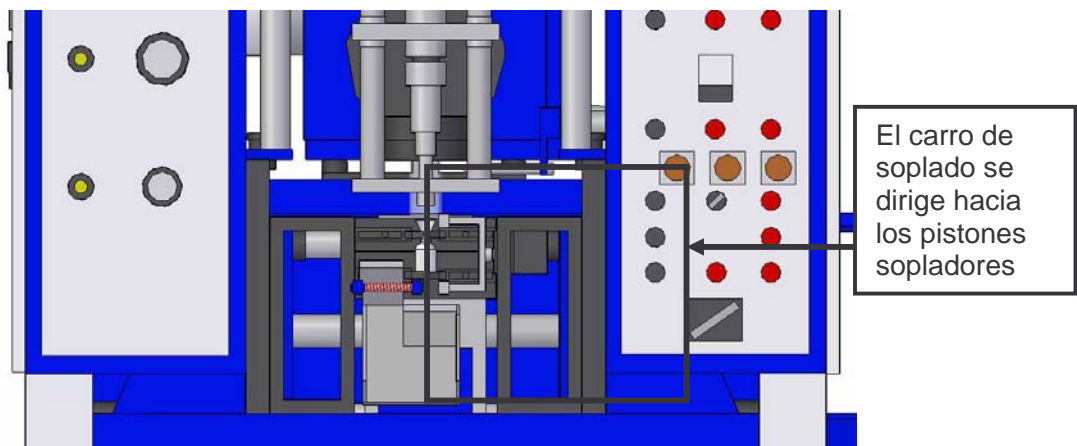


Figura 22. Modelo de funcionamiento 5



Ahora el carro de soplado si dirige debajo de los pistones sopladores para darle la forma al envase. Los envases que están en el griper se encuentran en posición para el corte de rebaba, llega la señal por medio de un final de carrera donde el temporizador recibe esta señal y depende del tiempo de soplado retarda la señal a la electroválvula y esta a su vez a el pistón.

Figura 23. Modelo de funcionamiento 6

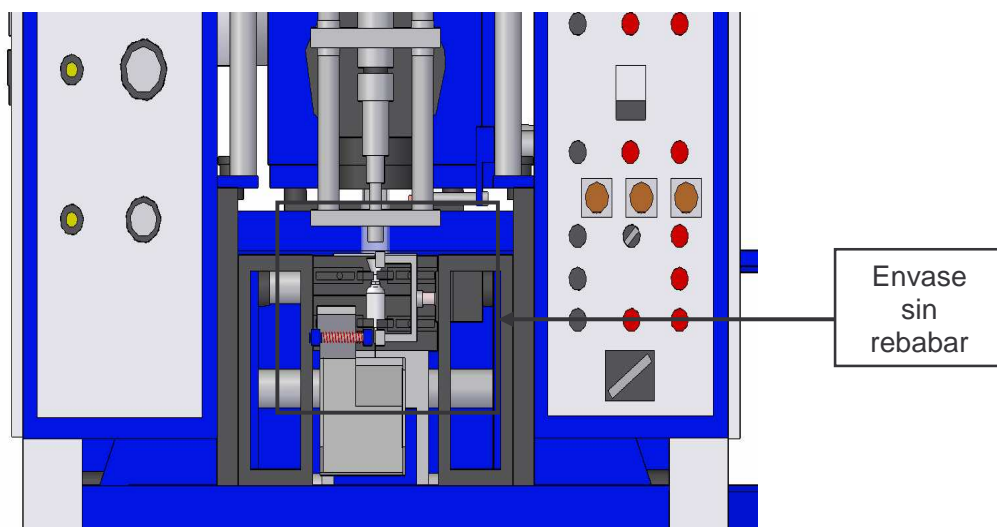
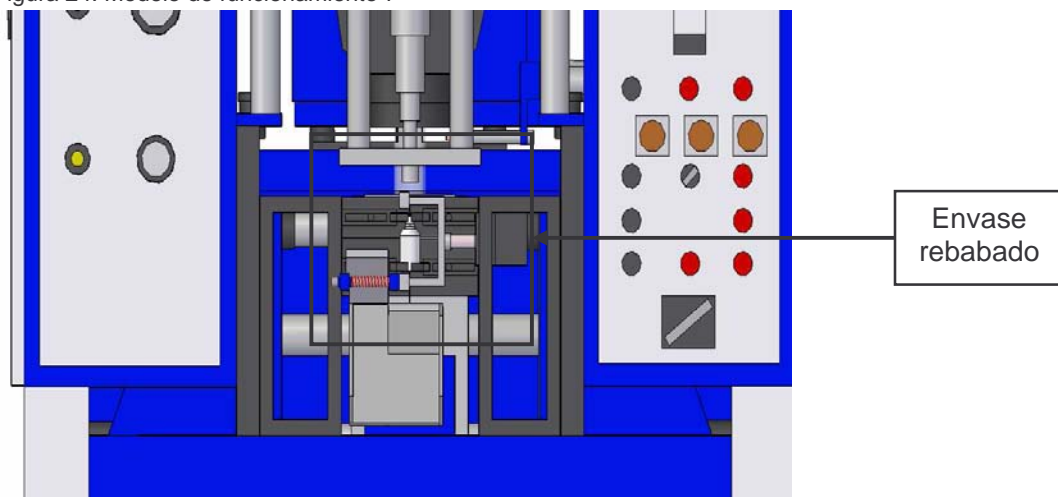
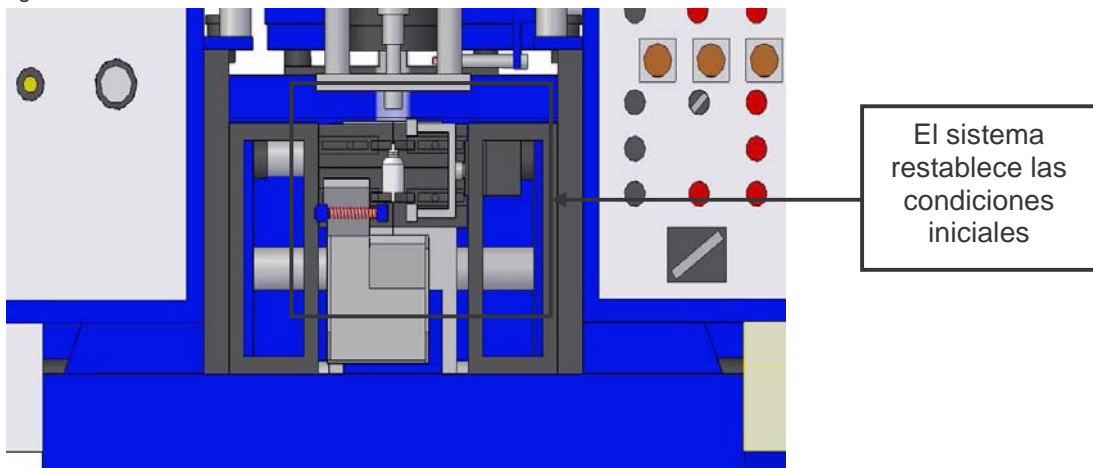


Figura 24. Modelo de funcionamiento 7



El pistón se activa y se pone en contacto dando comienzo a la extracción de la rebaba y empezando a contraer el mecanismo móvil, después el pistón alcanza su máxima carrera la rebaba es extraída por completo y el mecanismo móvil se encuentra mas contraído.

Figura 25. Modelo de funcionamiento 8



Los mecanismos ahora vuelven a su posición inicial. El molde abre para dirigirse a la parte de la extrusora donde se comienza de nuevo todo el ciclo. Este deja caer los envases a la bandeja donde se sensaran por medio de el contador y se tendrá un número exacto de producción

5.9.3 Costos De Diseño: A continuación encontraremos una lista con los distintos componentes que se requieren en el diseño del sistema de rebabado de envases plásticos. De los principales componentes tenemos tres opciones de las mismas características pero de diferente fabricante y precio. Al consultar con nuestro asesor en la empresa, nos sugirió que tuviéramos muy en cuenta el precio y el fácil mantenimiento del mismo.

CILINDROS NEUMÁTICOS.

Cilindro compacto MINDMAN

Serie: MCJK Diámetro: 32" x 50mm

Valor: \$ 140.250 + IVA

Cilindro doble efecto FESTO

BNC – diámetro: 32 – 50mm

Valor: \$ 180.000 + IVA

Cilindro doble efecto NEUMATICS

Serie C compacto Diámetro: 32" – 50mm

Valor: \$ 195.000 + IVA

Se descarto el producto de Festo debido a los costos de adquisición y mantenimiento, además las dimensiones de este producto no eran las más compatibles con las requeridas en el diseño. El cilindro neumático de Neumatics posee muy buenas características en cuanto a dimensiones, pero fue descartado por los costos tan elevados de adquisición y mantenimiento.

El cilindro neumático de MINDMAN presenta una buena compatibilidad en las dimensiones requeridas en el diseño, además los costos de adquisición y mantenimiento también fueron muy favorables, en comparación a sus

competidores. Por estas razones en el diseño del sistema de rebabado se decidió utilizar el cilindro de este fabricante

TEMPORIZADORES

Timer AUTONICS

Análogo Atn

Valor: \$ 98.000 + IVA

Timer EBC

Digital OnDelay

Valor: \$ 60.000 + IVA

Timer AUTONICS

Digital LE 4SA

Valor: \$ 230.775 + IVA

El timer digital de AUTONICS posee una excelente resolución y repetibilidad, pero a consecuencia del elevado costo de adquisición, se decidió descartar esta opción, buscar alternativas diferentes.

El timer digital de EBC presenta un costo de adquisición muy favorable a nuestro diseño, pero solo se consigue en el mercado on-delay, y para el sistema de rebabado se necesita un timer que sea off-delay.

El timer análogo de AUTONICS presenta un costo de adquisición bastante favorable para el diseño, además presenta la opción de manejo de off-delay y on-delay y su estética es muy similar a la de otros timer que posee la maquina sopladora.

ELECTROVALVULAS

Electrovalvula MINDMAN

5/2" MVSC-220 1/4" a 220 VAC

Valor: \$ 116.127 + IVA.

Electrovalvula NEUMATICS

Mark 8 – 20 5/2 – CNX 1/4"

Valor: \$ 160.000 + IVA

Electrovalvula BOSCH

Serie: O2KTF 5/2" – CNX 1/4"

Valor: \$ 150.000 + IVA

La electrovalvula de BOSCH presenta muy buenas prestaciones de manejo. El costo de adquisición no es muy favorable. Se descarto dicho producto debido a su poca comercialización en el mercado nacional y su costo.

La electrovalvula de NEUMATICS presenta muy buenas prestaciones de manejo, pero los costos de adquisición son muy elevados, lo cual nos llevo a descartarlo como opción de diseño.

La electrovalvula de MINDMAN presenta el precio de adquisición más favorable, su funcionamiento y confiabilidad es buena, las dimensiones y características son compatibles con el diseño. Esta electrovalvula presenta las mejores características y se decidió escogerla para el diseño del sistema de rebabado.

DISEÑO METALMECANICO

Para poder realizar o maquinar las diferentes piezas que componen el sistema de rebabado se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Material de fabricación, el cual se escogió un acero 1045 por ser uno de los aceros más comerciales y además sus características físicas son muy buenas para la implementación del diseño.
- El tipo de procesos de maquinado que se utilizan en este diseño varia dependiendo la complejidad de las piezas:

Para ciertas piezas de geometría y dimensiones no estándar se necesita utilizar procesos como el de electroeroción por hilo, esto genera que los costos de diseño se eleven considerablemente. La cotización que se realizo se hizo en la empresa INDUWALLIS debido a que fue la única empresa de las consultadas que tiene las herramientas necesarias para realizar todas las piezas. Las otras empresas consultadas presentaron diferentes restricciones en el diseño o modificaciones que no son compatibles con la geometría y dimensiones de la maquina y del sistema de rebabado.

Fabricación De Piezas Mecánicas Para El Sistema De Rebabado Automático

Empresa: INDUWALLIS

Valor Total: \$ 2.200.000 + IVA.

OTROS COMPONENTES

Racor recto

1/8" x 1/4" OD Cantidad: 2 unidades.

Valor: \$ 3.506 + I.V.A. unidad

Racor recto

1/4" x 1/4" OD Cantidad: 3 unidades

Valor: \$3.534 + I.V.A. unidad

Manguera 1/4"

Valor: \$ 2.121 + I.V.A. por metro

Escape Rápido

Serie: MVQE300 – 8A CNX: 1/4"

Valor: \$ 47.517 + I.V.A.

Silenciador cónico de bronce

CNX 1/8" Cantidad: 2 unidades

Valor: \$ 4.735 + I.V.A. unidad

Microprocesador PIC16F84A

Valor: \$ 16.500

Display digital cuádruple

Valor: \$ 3.000

Sensor óptico OPB9374

Valor: \$ 4.000

Otros componentes

(Resistencias, transistores, condensadores. etc....)

Valor: \$ 7.000

Estos componentes son genéricos y muy comerciales en el mercado nacional. La selección de estos componentes no genera cambios significativos en la arquitectura del sistema de rebabado por lo que se decidió hacer una sola cotización para cada componente.

5.9.4 Selección De Los Elementos Del Sistema De Rebabado: Los precios que se encuentran en la siguiente tabla fueron suministrados por diferentes almacenes de la ciudad. Para la selección de los elementos tuvimos en cuenta que a pesar de tener las mismas características de funcionamiento. Algunas dimensiones de estos son diferentes y esto influyo para realizar la selección, así como la comercialización, el soporte y el fácil mantenimiento. El precio de adquisición fue otro de los parámetros que se tuvo en cuenta, puesto que la idea era tener un bajo costo en la inversión pero mantener una buena calidad en los elementos seleccionados.

TABLA DE COSTOS DE DISEÑO

Tabla 9. Tabla de costos de diseño.

COMPONENTES	SERIE	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
Cilindro compacto MINDMAN	MCJK	Diámetro 32" x 50mm	1	\$ 140.250,00
Electrovalvula MINDMAN	MVSC-220	220 VAC – 5/2" *1/4"	1	\$ 116.127,00
Racor recto		1/8" x 1/4" OD	2	\$ 3.506,00
Racor recto		1/4" x 1/4" OD	3	\$ 3.534,00
Manguera		Diámetro 1/4"	5	\$ 2.121,00
Escape Rápido	MVQE300-8 ^a	CNX – 1/4"	1	\$ 47.517,00
Silenciador cónico de bronce		CNX – 1/8"	2	\$ 4.735,00
Temporizador AUTONICS	LE 4SA	Análogo	1	\$ 98.000,00
Microprocesador	PIC16F84A		1	\$ 16.500,00
Display digital Microships	DP12j28	Cuádruple	1	\$ 4.000,00
Sensor óptico	OPB9374		1	\$ 4.000,00
Diseño y fabricación de los componentes mecánicos		Incluye material y los diferentes procesos de maquinado	1	\$ 2.200.000,00
Otros componentes			1	\$ 7.000,00
TOTAL SIN IVA				\$ 2.671.083,00
IVA 16%				\$ 427.373,28
TOTAL				\$ 3.098.456,28

5.9.5 Justificación Y Tiempo De Recuperación De La Inversión: Con esta inversión de este diseño de rebabado automático. La empresa no busca despedir empleados, sino por el contrario tratar de mejorar su calidad de vida en el puesto de trabajo, por ejemplo Andiplast busca ampliar sus horizontes, buscar nuevos clientes, y optimizar el nivel de calidad en la producción. Entonces los operarios no serán despedidos sino reubicados en otros puestos de trabajo. Este diseño realizara el trabajo que actualmente desarrollan los empleados. Los directivos de Andiplast se interesaron en un mecanismo automático debido a que tiene muchas ventajas ante la manufactura humana y porque en la actualidad presentan algunos reclamos de clientes, por los niveles de calidad de los envases y en el número de producción distribuida. La empresa sabe que con un sistema de estos pueden solucionar estos inconvenientes, algunas de las ventajas que muestra este sistema son:

- Un nivel de producción constante en los turnos de trabajo.
- Una alta calidad en los terminados de los envases.
- El control exacto de la producción, distribuyendo así las cantidades específicas de cada pedido.
- Se presta para una futura estandarización del proceso.
- Ahorro de desperdicios de material.

Para solucionar los problemas actuales de la empresa también se podría pensar en la adquisición de nueva maquinaria que tenga esta tecnología del rebabado ya incluida, pero el alto costo de estas maquinas hizo pensar, que realizar un diseño propio era la mejor opción.

Esta inversión se espera recuperar mas que todo evitando rechazos en las

entregas, puesto que esto genera grandes pérdidas en tiempo de producción y en material, ya que los envases rechazados son molidos para obtener una nueva materia prima, pero esta nunca va a tener las mismas características de la original, entonces es utilizada únicamente para envases que no requieran materia prima de alta calidad y pureza.

Tiempo de recuperación de la inversión

La inversión inicial en los elementos y piezas metalmecánica es de 3'098.456 y la pérdida en la producción por parar la máquina 2 días mientras se lleva a cabo la implementación es aproximadamente de 40.000 envases. Mensualmente son rechazados en promedio 20.000 envases por falta de calidad en el producto, y teniendo en cuenta que el precio por unidad de envase es aproximadamente de \$30 pesos tendremos los siguientes cálculos.

Inversión inicial	\$ 3'098.456
Pérdida por implementación	\$ 1'200.000
<hr/>	
Total de la inversión inicial	\$ 4'298.456

Al estar implementado este sistema se espera que no haya rechazos de envases por falta de calidad entonces mensualmente obtendríamos el siguiente ahorro.

Ahorro mensual	\$ 600.000
En 8 meses se obtendría un ahorro de	\$ 4'800.000

Esto indica que en un poco menos de 8 meses se habría recuperado la inversión inicial. Sin tener en cuenta que también la empresa ahorraría en transporte de material y envases.

5.10 DISEÑO DETALLADO

5.10.1 Planos Y Hojas De Datos De Los Componentes Eléctricos Y Electrónicos:

MICROPROCESADOR PIC16F84A

Escogimos este microprocesador porque es el mas comercial, su programación es relativamente sencilla, y porque tenemos experiencia con este y tiene buena funcionalidad.

Foto 12. [PIC 16F84A](#)

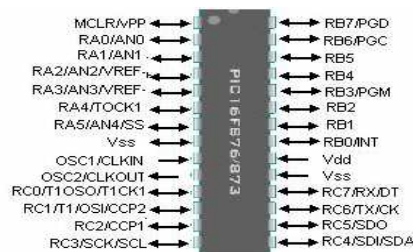


Tabla De Datos Del PIC 16F84A

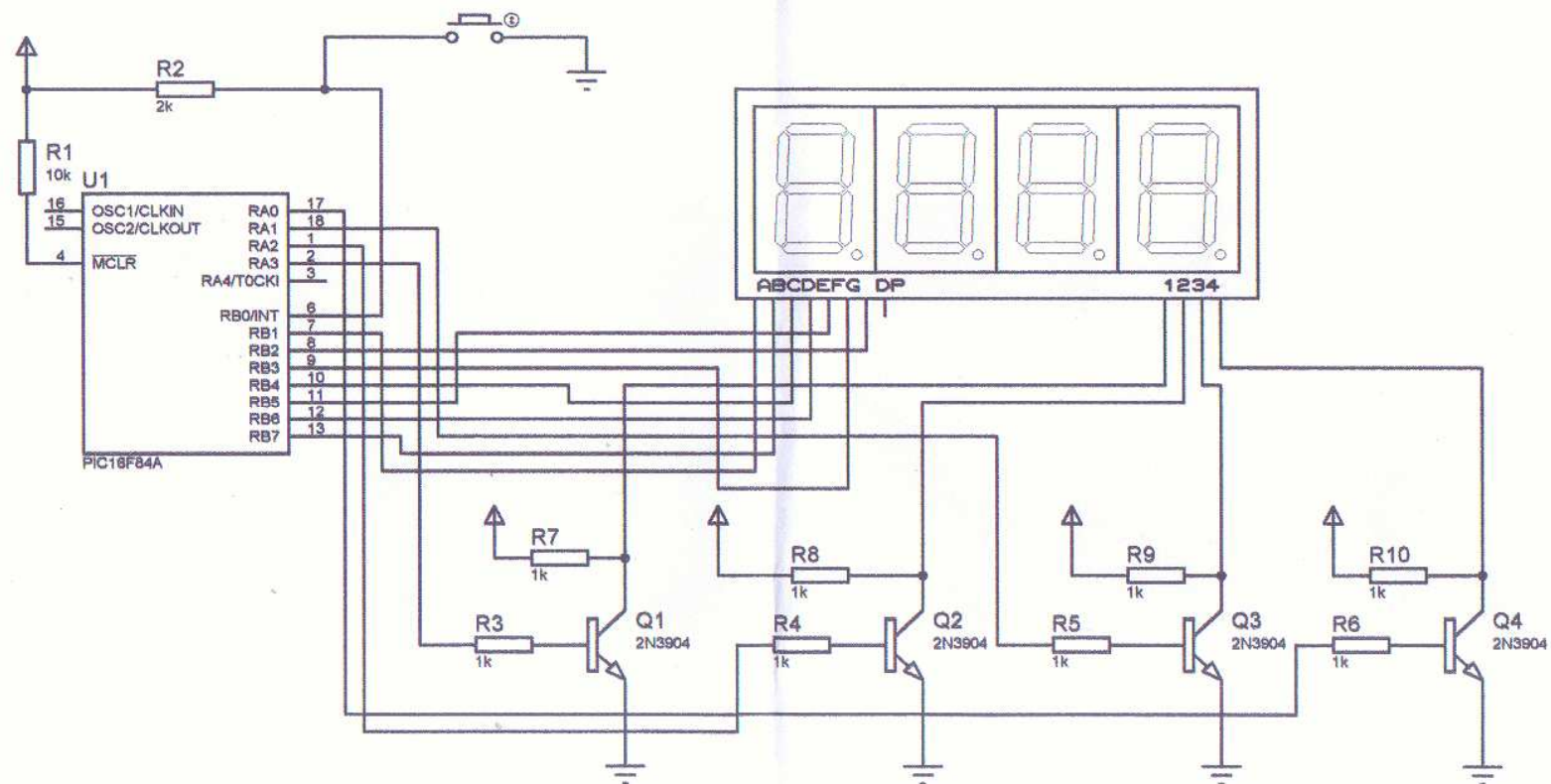
Tabla 10. Hoja técnica del microprocesador

Memoria de programa:	4K palabras de 14bits tipo Flash
Memoria de datos RAM:	192 bytes (16F873)
Memoria de datos EEPROM:	128 bytes (16F873)
PILA (snack):	De 8 niveles
Interrupciones :	13 tipos diferentes
Juego de instrucciones:	35 instrucciones de 14 bits de longitud
Encapsulado:	DIP de 28 pines estrecho.
Frecuencia de trabajo	20 MHz Máxima
Temporizadores	TMR0. 8 bits con predivisor programable. TMR1. 16 bits con predivisor programable. TMR2. 8 bits con predivisor y postdivisor.
Perro guardián (WDT)	Sí
Líneas de E/S digitales:	22 (6 puerto A, 8 Puerto B, 8 Puerto C)
Voltaje de alimentación (Vdd):	De 2 a 5,5 V DC

Fuente: MICROCHIP TECHNOLOGY INC. 8-Bit cmos Microcontrollers with A/D Converter. Pic16c71. 6 ed. Atlanta Usa: McGraw-Hill, 1999. p. 25.

CONTADOR DE ENVASES

Diagrama 13. Contador de envases



TEMPORIZADOR ANALOGO ATN

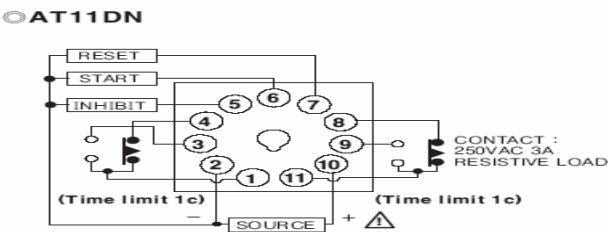
Este temporizador es de los mejores del mercado es muy comercial, fácil de manipular y nos presta la posibilidad de manejarlo como *off-delay*. Además al ser análogo y al tener estas dimensiones se nos acopla perfecto a la, maquina y no afecta la estética

Foto 13. Timer Autonics



Conexiones

Tabla 11. Rango de tiempo del temporizador



Rangos de tiempo

Time range	Time unit	Time setting range
0.5	sec	0.05-0.5
1.0		0.1-1.0
5		0.5-5
10	min	1-10
0.5		0.05-0.5
1.0		0.1-1.0
5	hour	0.5-5
10		1-10
0.5		0.05-0.5
1.0	10h	0.1-1.0
5		0.5-5
10		1-10

●Panel cut-out

Min. 53

Min. 62

45±0.5

45±0.5

Unit:mm

Socket : PG-08

Fuente: AUTONICS. Componentes Electrónicos. Temporizadores [en línea]. México DF: Autonics, 2006.
[Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.isel.com.mx.

DISPLAY DE 7 SEGMENTOS CUADRUPLE

Este display es muy económico además vienen integrados 4 números y muy útil para el diseño

Foto 14. Display



SENSOR OPTICO OPB 9374

Con este sensor nos evitamos el circuito de los sensores ya que solo necesita vcc y en la salida muestran un 1 o 0, su forma es de gran ayuda puesto que los sensores están alineados.

Foto 15. Sensor óptico



Fuente: OPTEK TECHNOLOGY. Sensores. Sensores ópticos [en línea]. Boston Usa: Optek Technology, 2004. [Consultado 18 abril 2006]. Disponible en Internet www.datasheetcatalog.net/es/optektechnology.

5.10.2 Planos Y Hojas De Datos De Los Componentes Neumáticos:

CILINDRO COMPACTO MINDMAN SERIE MCJK

Foto 16. Pistón Mindman



Tabla de propiedades

Tabla 12. Propiedades del pistón

MODELO	SERIE MCJK	
I.D. (mm)	16, 20, 25	32, 40
TAMAÑO PUERTO	M5	PT 1/8
PRESION DE TRABAJO	0.5 ~ 9.9kgf / cm ²	
LUBRICACION	No requiere lubricación	

Fuente: MINDMAN. Catalogo de herramientas. Cilindro neumáticos compactos. México DF: Mindman, 2006. p. 15.

Medidas

MCJK - 12

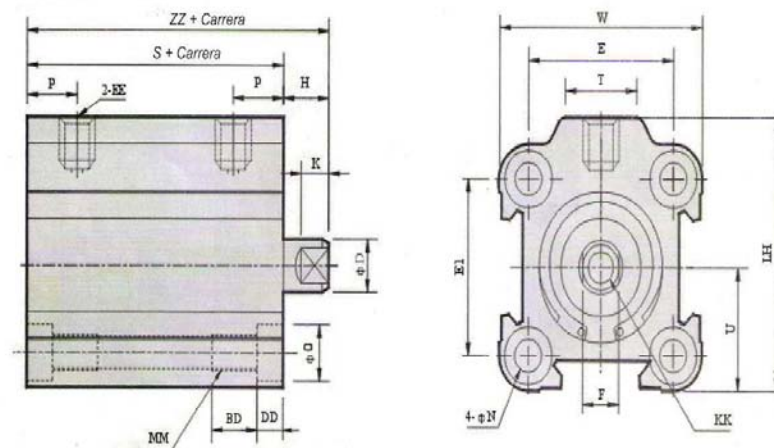


Tabla 13. Dimensiones del pistón

CODIGO D.I. TUBO	BD	D	DD	E	E1	EE	F	H	K	KK	LH	MM	N	O	P	S(*)	T	U	W	ZZ(*)
16	7	6	3.5	20	20	M5x0.8	5	4	3	M3x0.5	31	M4x0.7	3.7	6	8.7	31.5(21.5)	11	14	28	35.5(25.5)
20	10	10	5	22	22	M5x0.8	8	4.5	3	M5x0.8	35	M5x0.8	4.6	8	9	36 (36)	11	16	32	40.5(30.5)
25	10	12	5	26	28	M5x0.8	10	4.5	3	M6x1.0	44.5	M5x0.8	4.6	8	9.5	40 (30)	16.5	19.5	38	44.5(34.5)
32	10	16	7	32	36	PT 1/8	14	7	5	M8x1.25	54	M6x1.0	5.5	9	10.5	41.5(31.5)	18	24	45	48.5(38.5)
40	10	16	7	40	40	PT 1/8	14	7	7	M8x1.25	60	M6x1.0	5.5	9	12.5	42.5(32.5)	18	27.25	54.5	56.5(46.5)
50	14	20	8	50	50	PT 1/4	17	8	6	M10x1.5	72.5	M8x1.25	7.4	10.5	14.5	50 (40)	22	32.5	65	58 (48)
63	18	20	10.5	62	62	PT 1/4	17	8	6	M10x1.5	88	M10x1.5	9.3	14	17.5	56.5(46.5)	22	40	80	64.5(54.5)
80	22	25	10.5	82	82	PT 1/4	22	13	10	M16x2	110	M10x1.5	9.3	14	22.5	65 (55)	26	50	100	78 (68)
100	22	30	11	103	103	PT 1/4	27	17	14	M20x2.5	134	M12x1.75	11.2	17.5	24.5	74 (64)	26	62	124	91 (81)

Fuente: MINDMAN. Catalogo de herramientas. Cilindro neumáticos compactos. México DF: Mindman, 2006. p. 16.

ELECTROVALVULA MINDMAN MVSC-220

Esta electroválvula es la que mejor se acopla al pistón compacto, y maneja la presión de aire que se requiere.

Tabla 14. Características de la electroválvula

Foto 17. Electroválvula Mindman

MODELO	MVSC-220 -3E1	MVSC-220 -4E1,E2	MVSC-220 -4E2 CPR
No. DE PUERTOS	3	5	
No. DE POSICIONES	2	2	3
TAMAÑO DE CONEXION	PT - 1/4		
MEDIO	AIRE		
PRESION DE TRABAJO	2 ~ 7kgf / cm ²		3 ~ 7kgf / cm ²
ORIFICIO EFECTIVO	18 mm ²		16 mm ²
TIEMPO DE RESPUESTA	30 ms		
VOLTAJE	AC110V,220V (50/60) Hz, DC24V		
CALIDAD DE AISLAMIENTO	CLASE F		

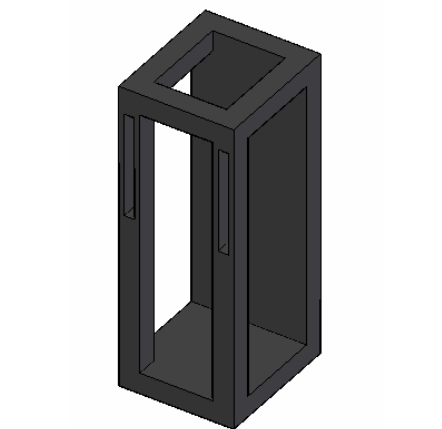
Fuente: MINDMAN. Catalogo de herramientas. Cilindro neumáticos compactos. México DF: Mindman, 2006. p. 31.

5.10.3 Planos Y Hojas De Datos De Los Componentes Mecánicos

Base

Vista en 3d

Figura 26. Base del sistema

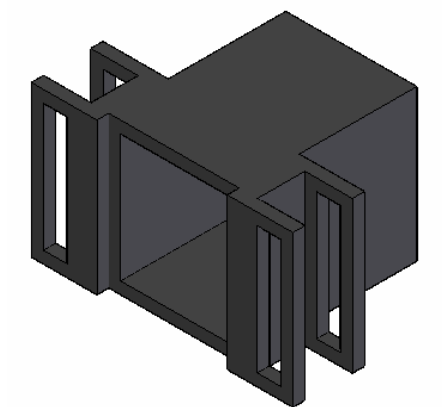


Los detalles se observan en los planos 1 y 2.

Caja de pistón

Vista en 3d

Figura 27. Caja del pistón

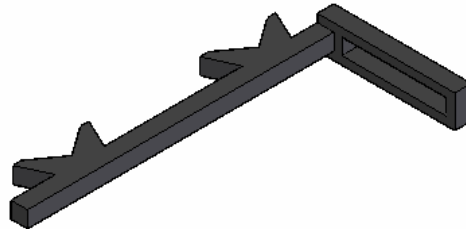


Los detalles se observan en el plano 3

Griper

Vista en 3d

Figura 28. Griper

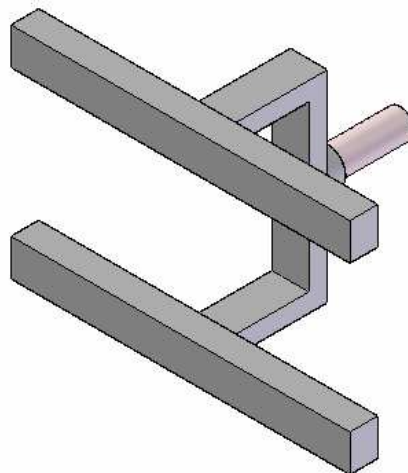


Los detalles se encuentran en el plano 4

Rebanador

Vista en 3d

Figura 29. Rebabadora

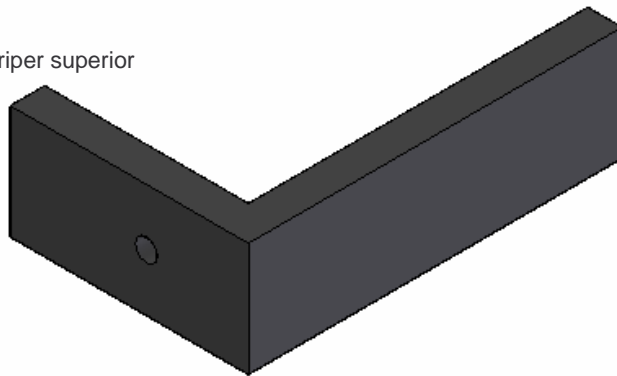


Los detalles se observan en el plano 5

Soporte griper superior

Vista en 3d

Figura 30. Soporte del griper superior

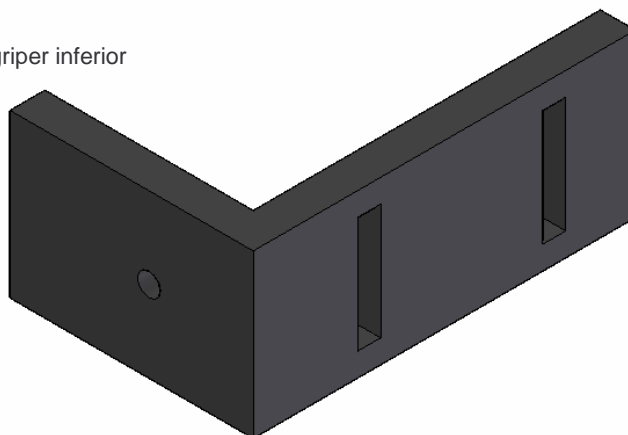


Los detalles se observan en el plano 6

Soporte griper inferior

Vista en 3d

Figura 31. Soporte del griper inferior

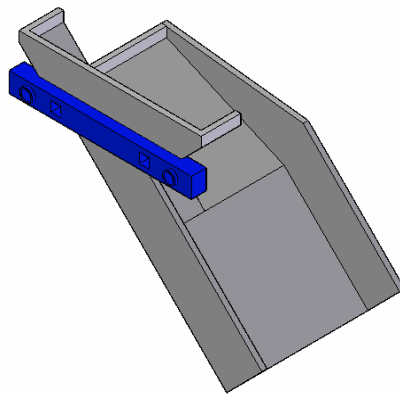


Los detalles se observan en el plano 7

Soporte de mecanismo móvil

Vista en 3d

Figura 32. Bandeja

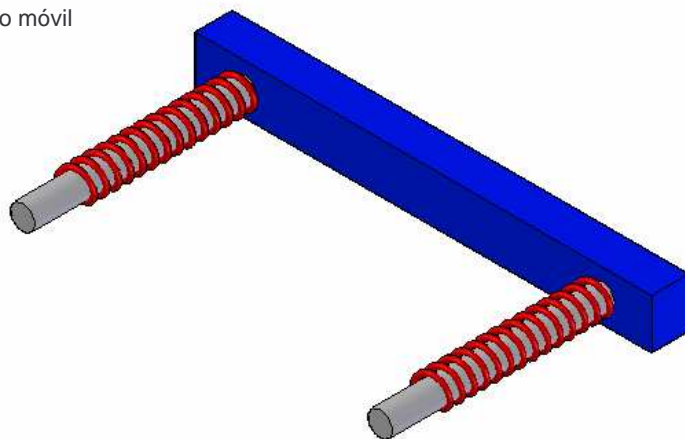


Los detalles se observan en el plano 8

Mecanismo móvil

Vista en 3d

Figura 33. Mecanismo móvil

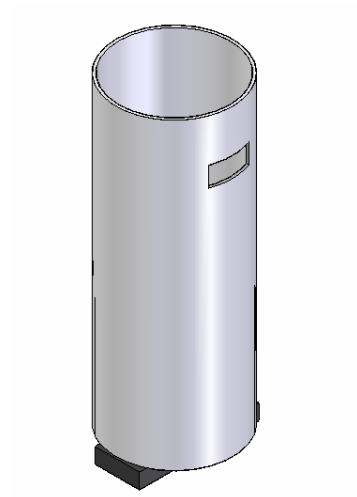


Los detalles se observan en el plano 9

Contador

Vista en 3d

Figura 34. Contador



Los detalles se observan en el plano 10

6. CONCLUSIONES

- Para llevar a cabo este proyecto fue fundamental implementar todos los conocimientos adquiridos en estos años de estudio.
- De acuerdo a las necesidades que planteo la empresa con respecto al problema del corte del rebabado de los envases, se abordó el problema desde varios ángulos. No solo se tuvo en cuenta el impacto tecnológico que pueda tener la empresa. También se tuvo en cuenta el impacto social y laboral, ya que no se busca que con este desarrollo que se lleva a cabo, se obtengan un número de desempleados, sino por el contrario lo que se ha buscado es mejorar la calidad y eficiencia de un proceso, pero de forma integral. O sea también mejorando la calidad y seguridad del puesto de trabajo.
- Por medio del contador de envases que se diseñó será posible tener un mayor control de la producción, y así evitar futuros reclamos de clientes por entregas incompletas.
- Como ingenieros es fundamental tener un método estructurado de diseño con el cual podemos guiarnos y seguir los pasos que poco a poco nos van llevando a cumplir con los objetivos del proyecto.
- Las ventajas de implementar este sistema, nos conduce al hecho de poder realizar un proceso con la mínima intervención del operario. Esto se traduce en tiempos de producción constantes, la máquina no sufre desgaste físico, y poder agilizar su producción.

- Según el estudio y el diseño realizado se concluyo con los directivos de la empresa que el proyecto de diseño que se realizo es factible para ser implementado llegando también a otra conclusión. De acuerdo con los estándares que maneja la maquina se llevo a la determinación, que es mas rentable, realizar un proceso de reingeniería y actualización de esta maquina, que reemplazarla por otra mas nueva, lo cual abre la posibilidad a futuros ingenieros de realizar dichos procesos de renovación.

7. RECOMENDACIONES FINALES

- Los elementos neumáticos con los que se diseñó este sistema tienen algunas recomendaciones de la empresa constructora, es de vital importancia tener en cuenta estos parámetros para un correcto funcionamiento y una larga duración de estos productos.
- Como se espera que en el momento de implementar este diseño resulte de buena calidad y durabilidad, es importante cumplir con las medidas del diseño puesto que estas, están echas a medida de la maquina y alguna variación podría interferir con alguno de los otros elementos de la maquina.
- En el momento de construcción de las piezas metálicas es recomendable hacerlas de un material resistente, como lo es el acero 1045 el cual posee muy buenas propiedades mecánicas para nuestro diseño. Este material fue recomendado por los ingenieros de INDUWALLIS que fue la empresa que nos realizó la cotización del diseño mecánico y además tienen una gran experiencia en el mercado.
- El sistema de rebabado se diseñó bajo parámetros estándares en Colombia, por lo cual su mantenimiento y sus repuestos son de fácil adquisición nacional.

- Para el sistema de rebabado hemos recomendado utilizar un cilindro compacto MINDMAN debido a las especificaciones geométricas y de funcionamiento que este posee. Dichas especificaciones las encontramos en las tablas especificadas en el diseño detallado. Los mecanismos móviles están diseñado para desprender la rebaba del envase sin generar daños en el envase, y son los encargados de presionar la rebaba y por efecto del movimiento del pistón.
- El sistema de rebabado automático puede ser sometido a cambios en su estructura física y de control. En el caso que sea requerido para realizar una implementación acorde con los sistemas y los parámetros que maneja la maquina. El diseño del sistema rebabador de envases plásticos, será evaluado periódicamente, para determinar su viabilidad, en caso tal el sistema puede ser sometido a un rediseño ya sea parcial o total.

BIBLIOGRAFIA

AUTONICS. Componentes Electrónicos. Temporizadores [en línea]. México DF: Autonics, 2006. [Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.isel.com.mx

CASILLAS, A. Maquinas y herramientas. Engranajes y acoples. 3 ed. Bogota Colombia: Norma, 1989. 157 p.

CHIA MING CORPORATION. Maquinaria industrial [en línea]. Taipei China: Chia Ming Corporation, 2003. [Consultado 18 Abril 2006, 22 de abril 2006]. Disponible en Internet www.cm-pet.com.tw

FULL CHINE CORPORATION. Maquinas sopladoras de envases [en línea]. Taipei China: Full Chine Corporation, 2004. [Consultado 18 abril 2006, 22 de abril 2006] Disponible en Internet www.full-chine.com.tw

MICROCHIP TECHNOLOGY INC. 8-Bit cmos Microcontrollers with A/D Converter. Pic16c71x. 6 ed. Atlanta Usa: McGraw-Hill, 1999. 176 p.

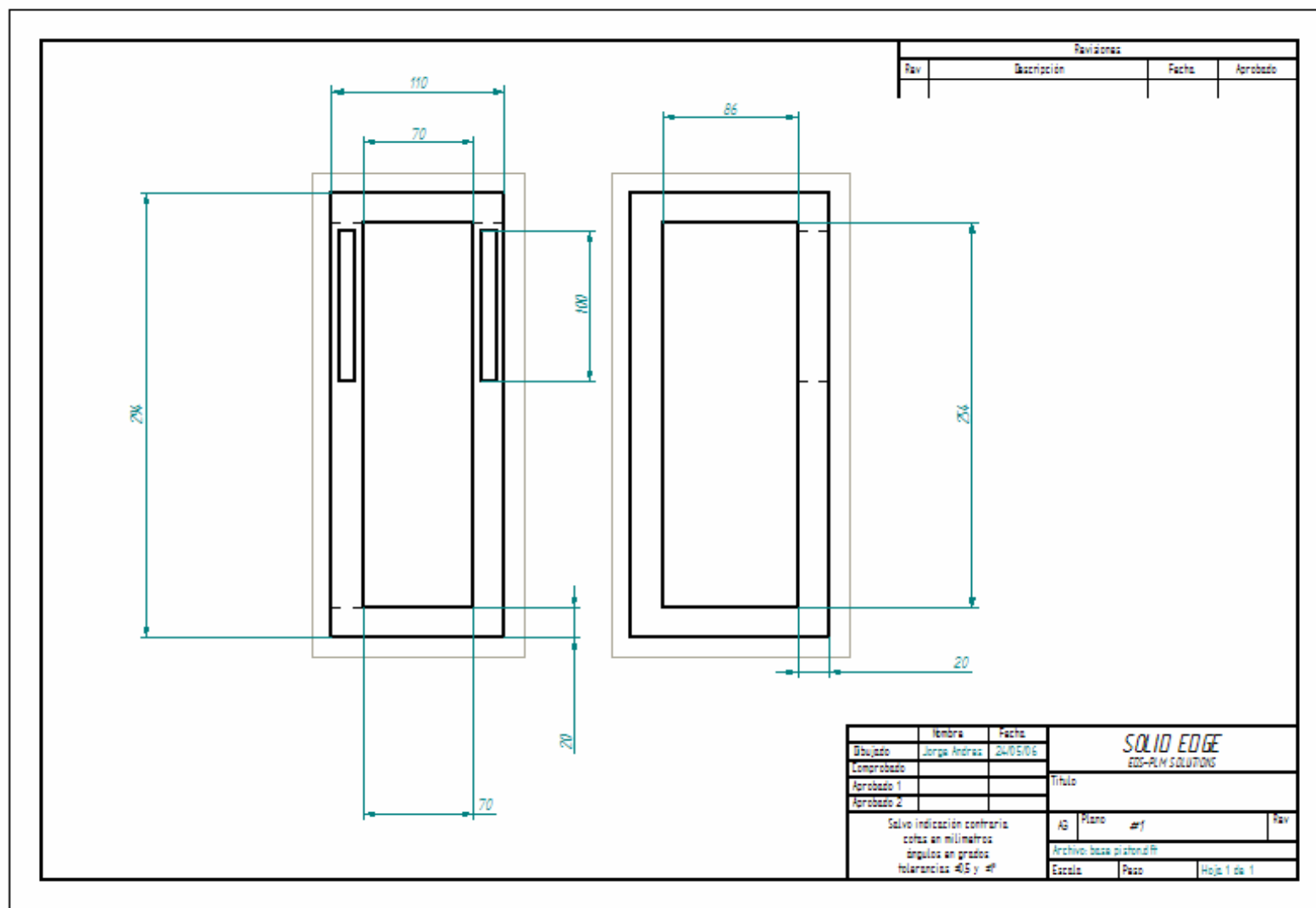
MINDMAN. Catalogo de herramientas: Cilindro neumáticos compactos. México DF: Mindman, 2006. 42 p.

OPTEK TECHNOLOGY. Sensores. Sensores ópticos [en línea]. Boston Usa: Optek Technology, 2004. [Consultado 18 abril 2006]. Disponible en Internet www.datasheetcatalog.net/es/optektechnology

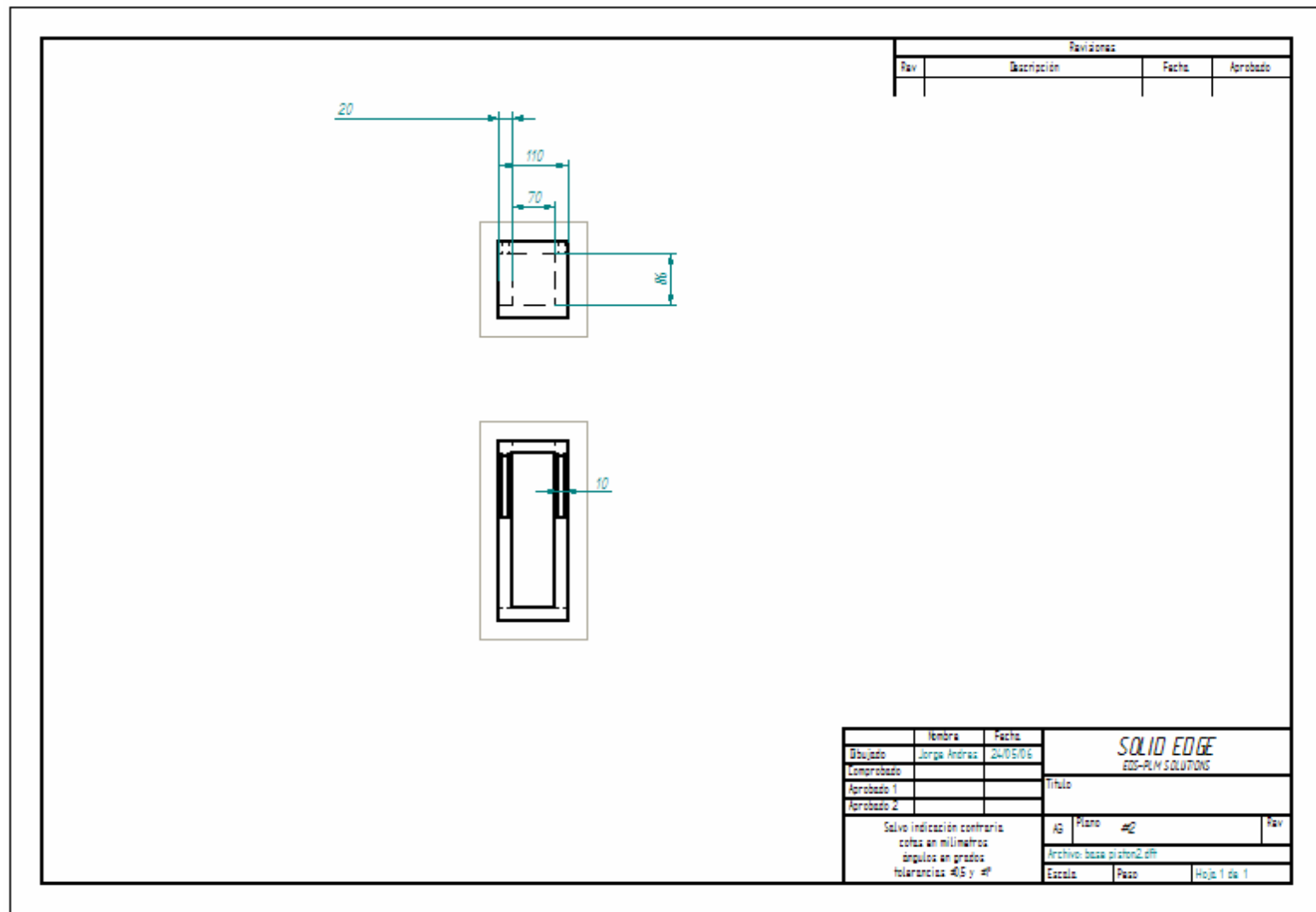
Tecnología de la fabricación mecánica. Procesos y transformación de los materiales. Inyección y soplado de plásticos. 4 ed. Madrid: B.A.C Castellanos. 2001. 380 p.

THOMAS, Arthur. Thomas scientific. Proceso de transformación de polímeros. 4 ed. Philadelphia: McGraw-Hill, 1993. 2012 p.

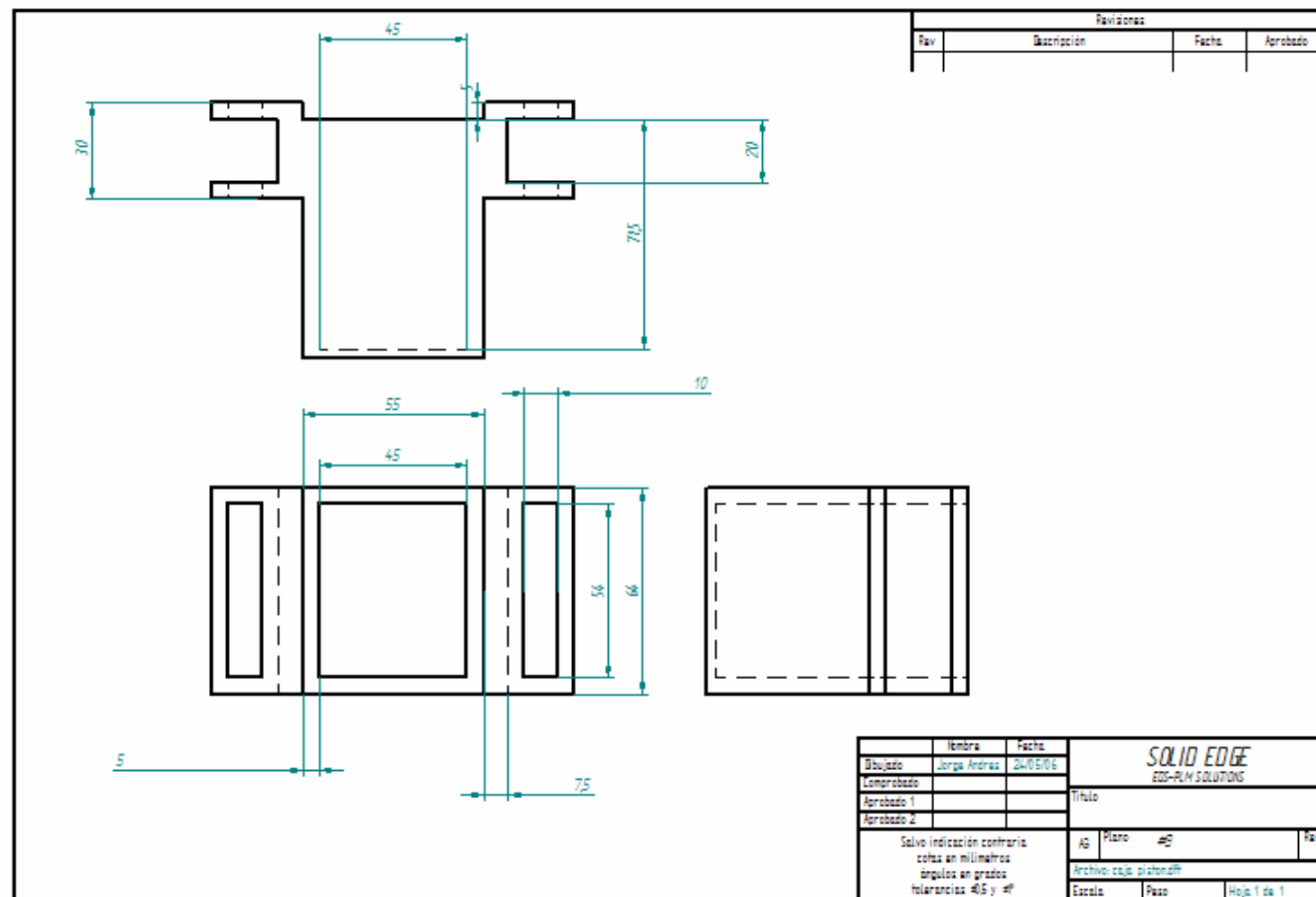
Anexo 1. Plano 1: plano de base



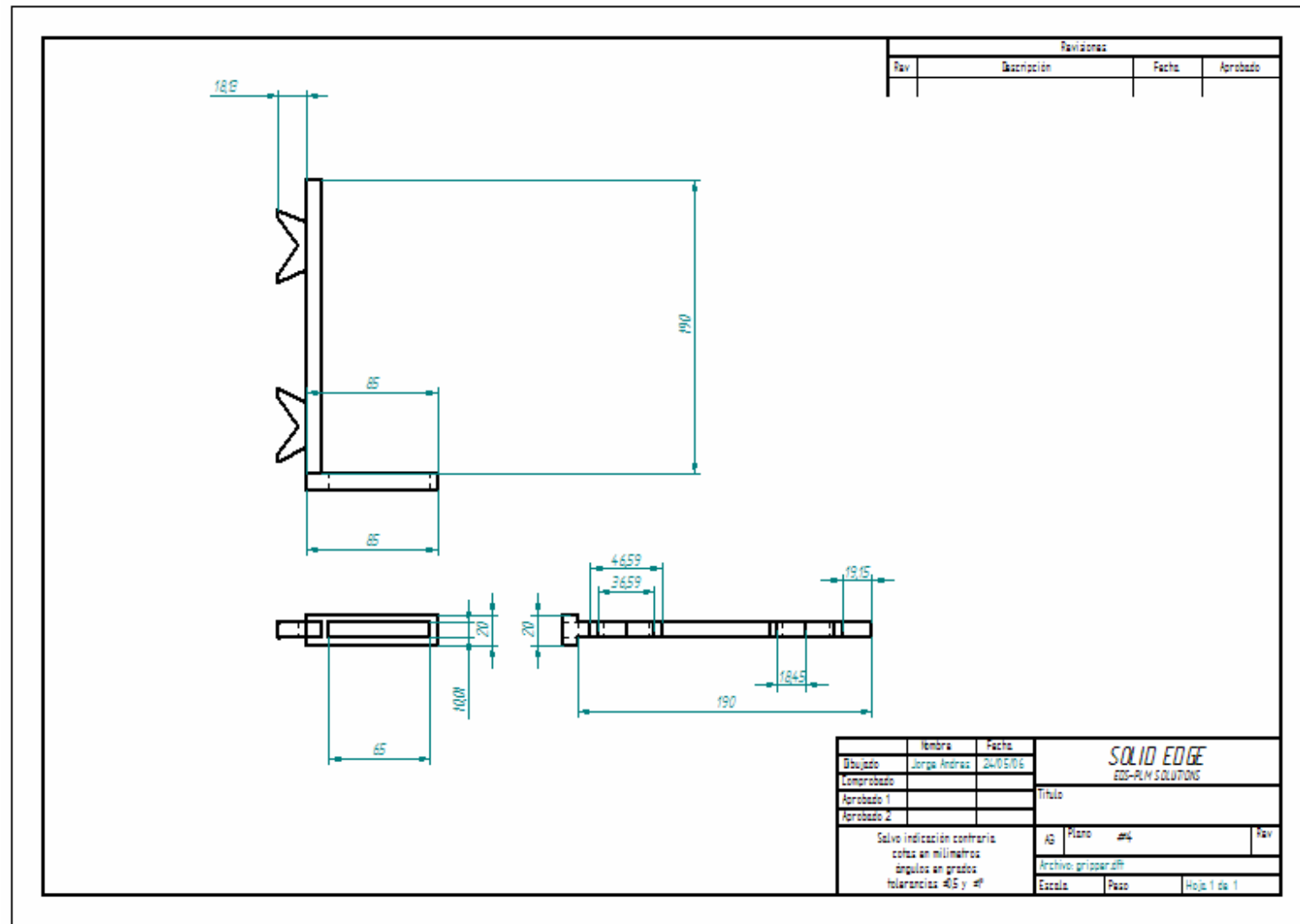
Anexo 2 .Plano 2: plano de base



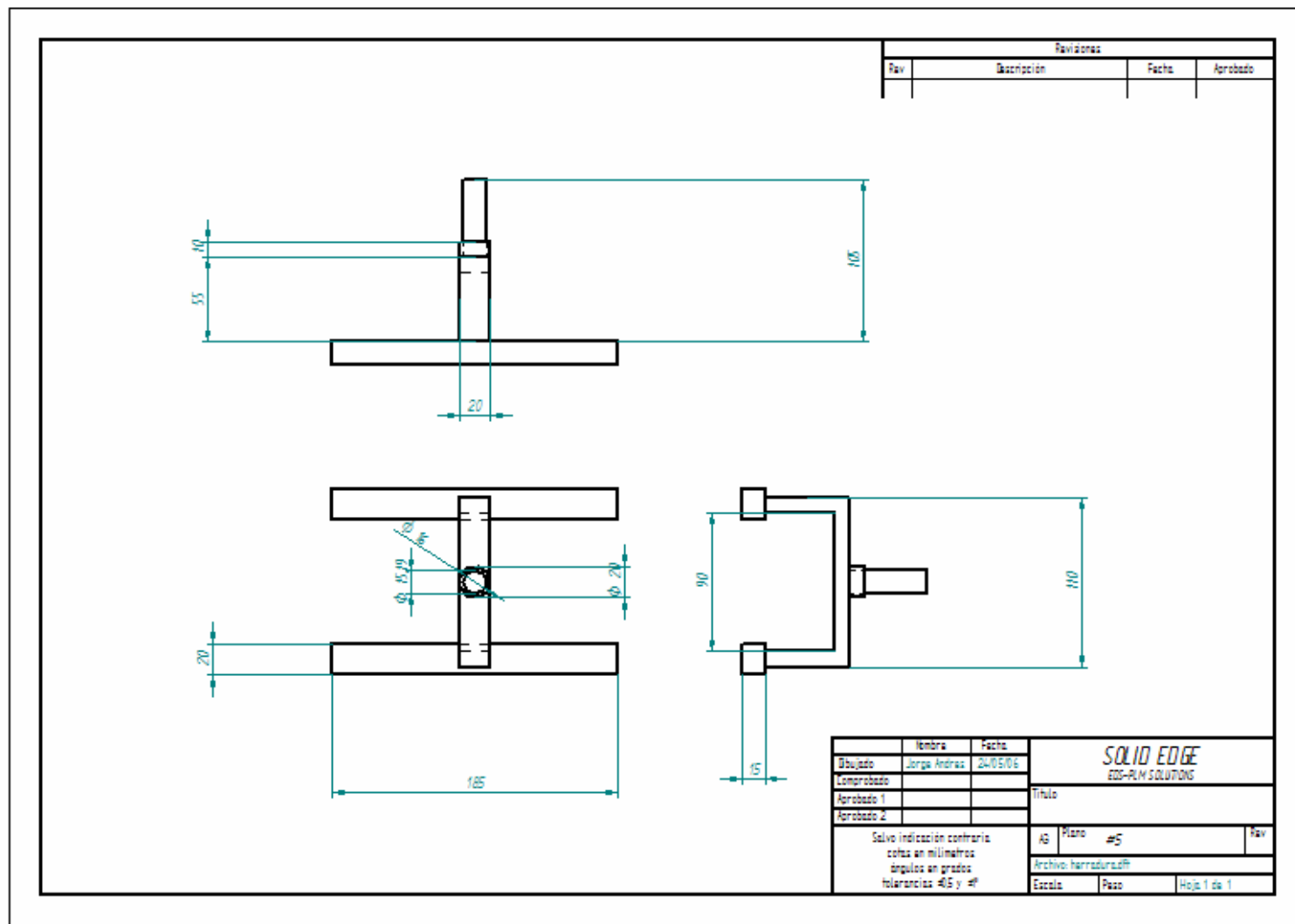
Anexo 3. Plano 3: caja de pistón



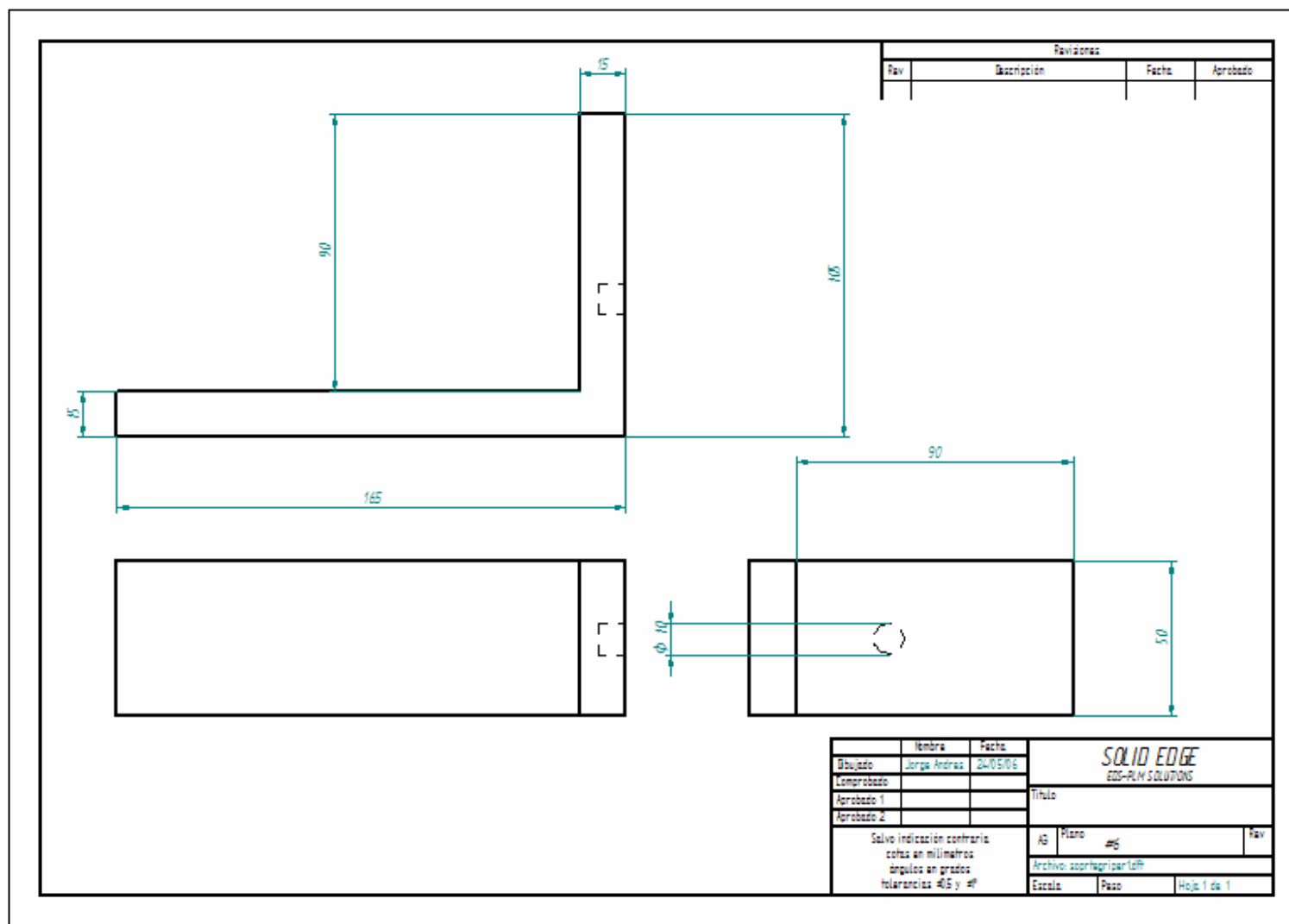
Anexo 4. Plano 4: plano de griper



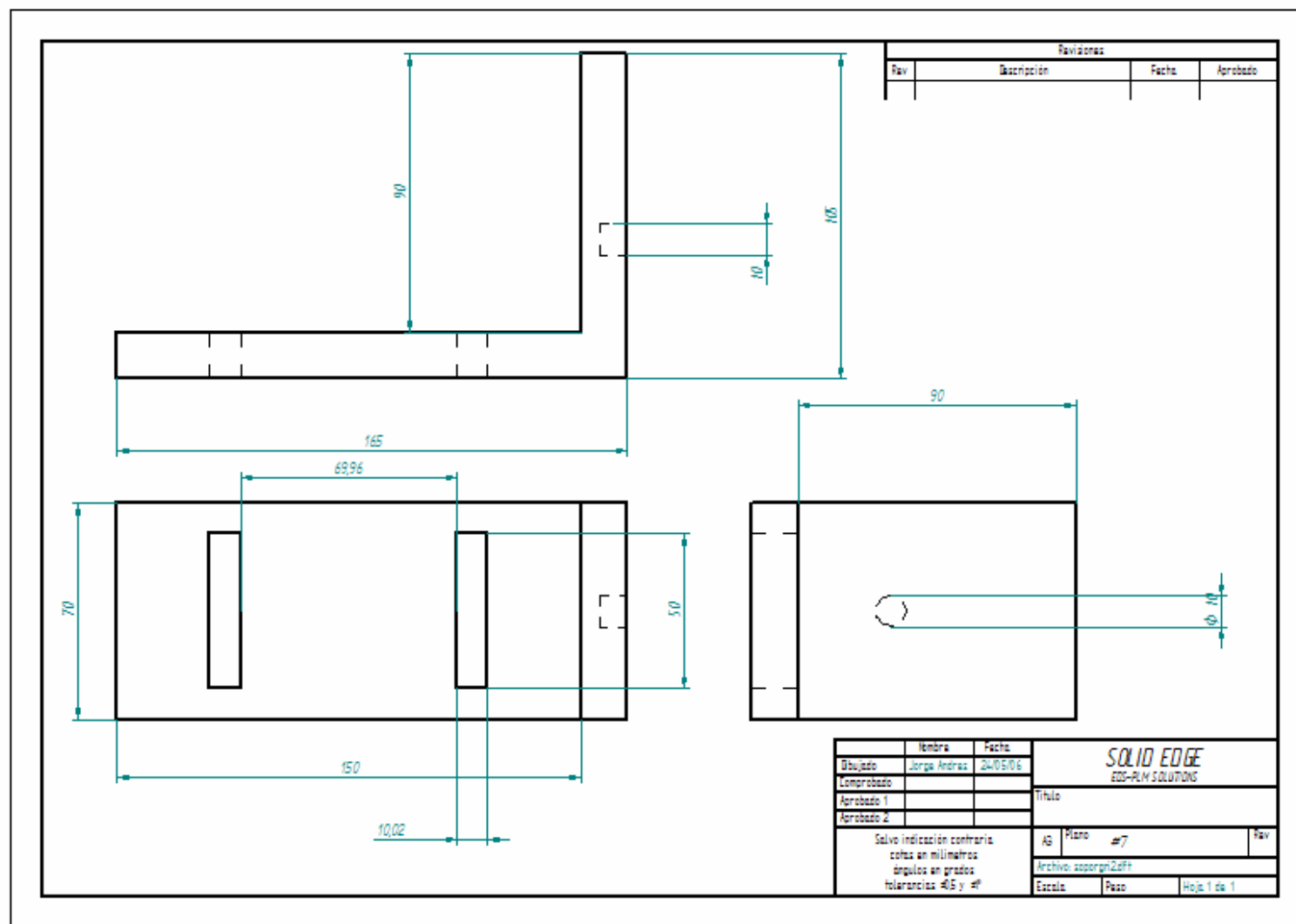
Anexo 5. Plano 5: plano de rebanador



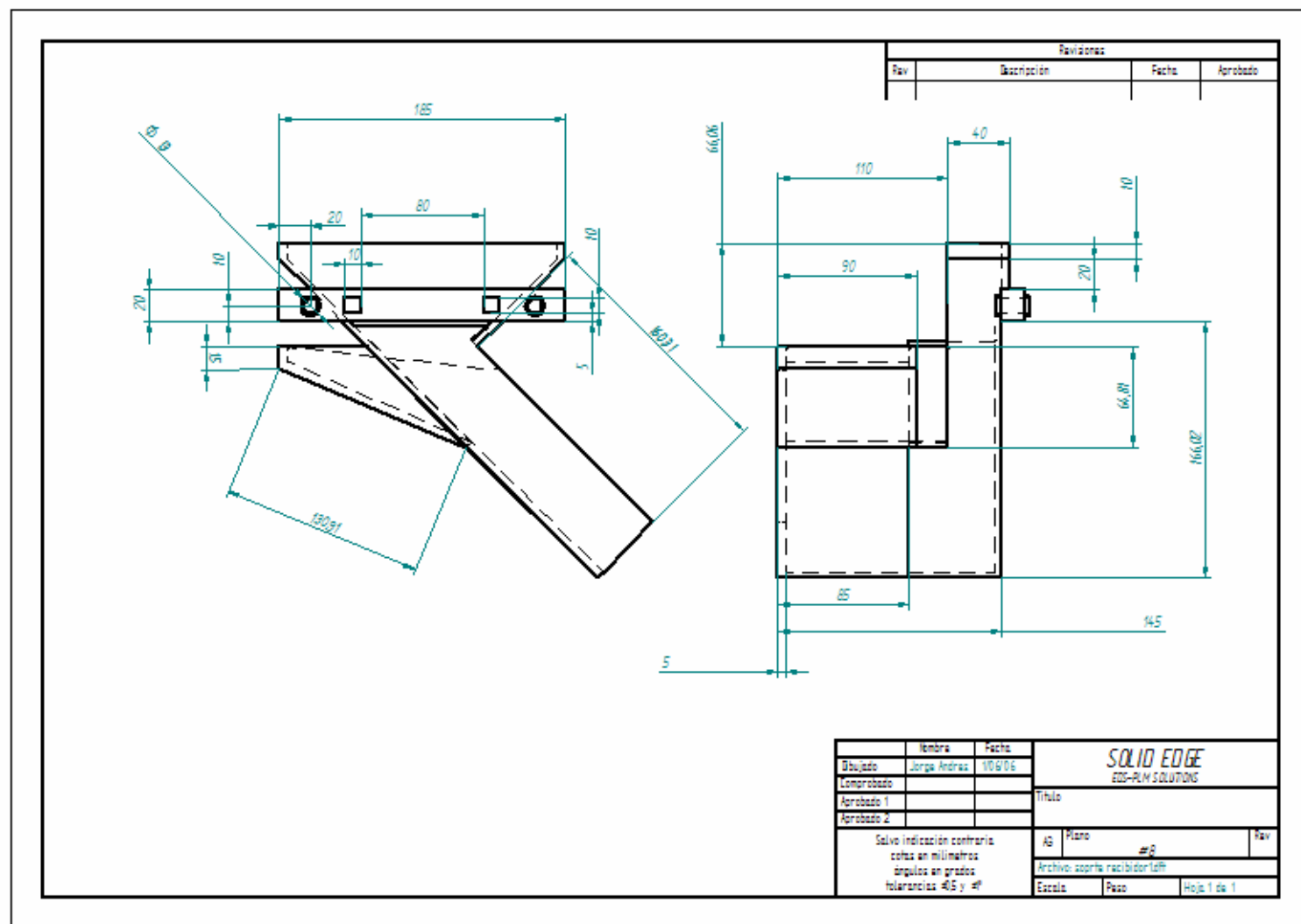
Anexo 6. Plano 6: soporte superior de griper



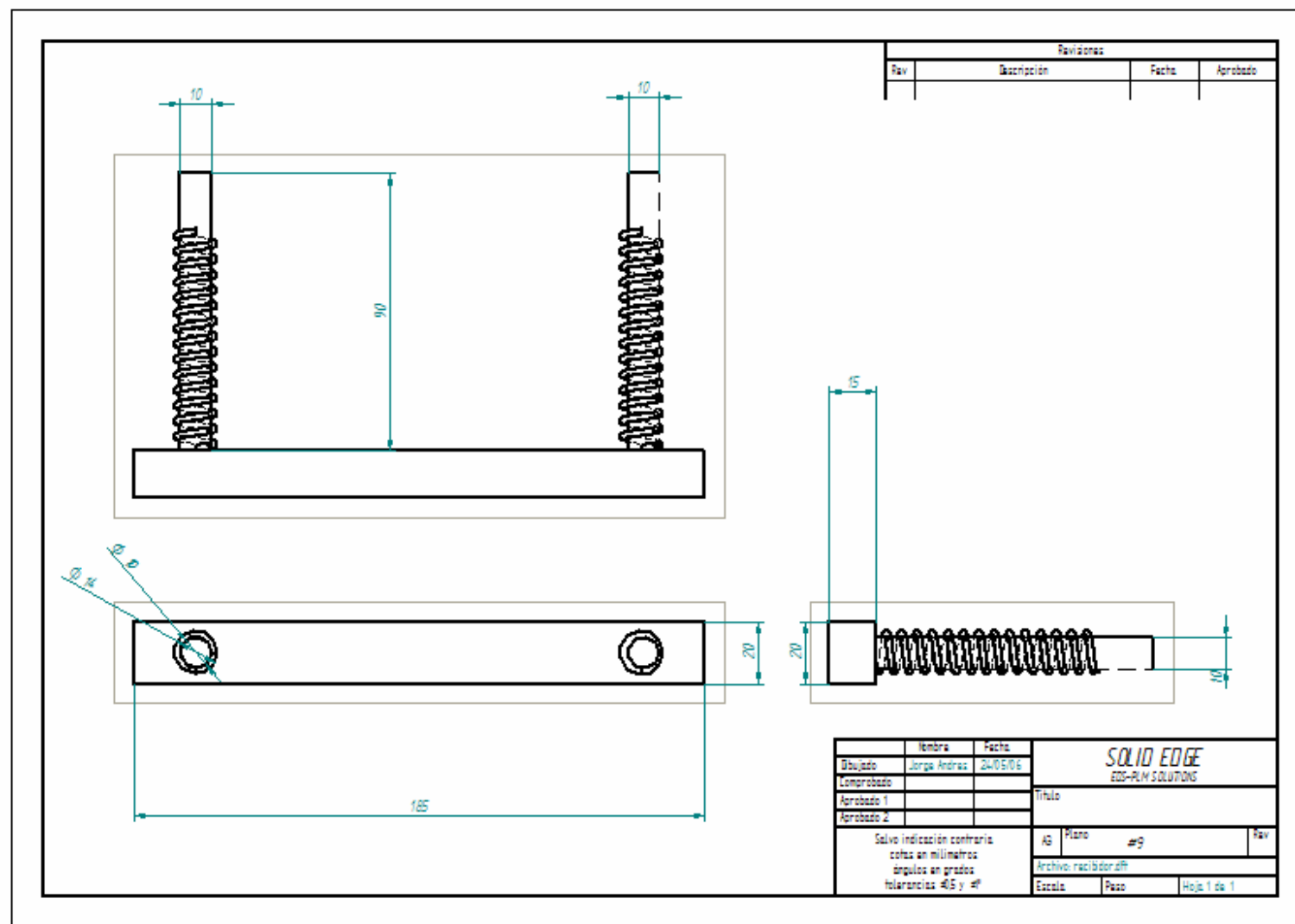
Anexo 7. Plano 7: soporte inferior de griper



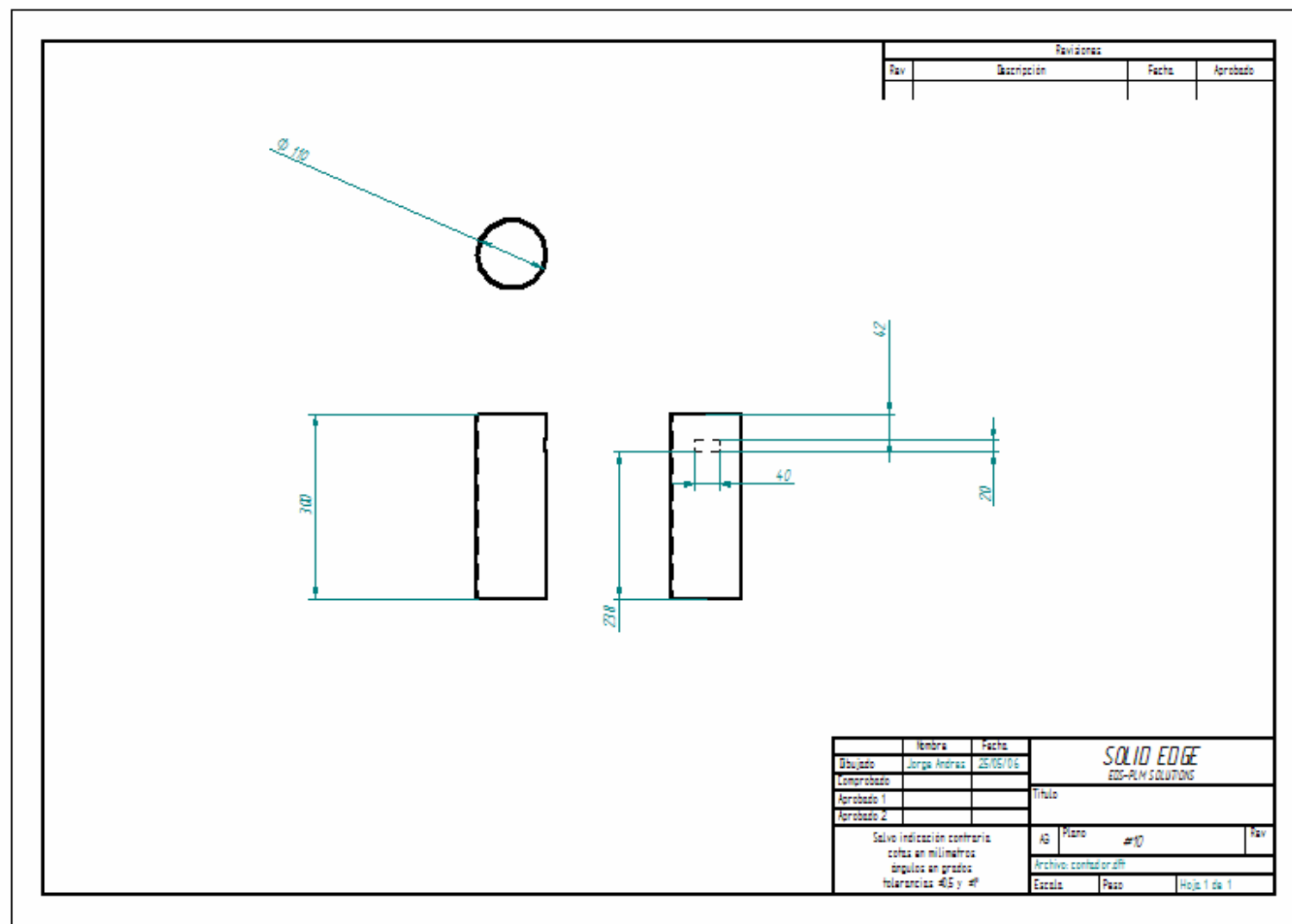
Anexo 8. Plano 8: soporte mecanismo móvil



Anexo 9. Plano 9: mecanismo móvil



Anexo 10. Plano 10: contador



DISEÑO PARA EL REBABADO AUTOMATICO DE UNA MAQUINA SOPLADORA DE CUERPOS HUECOS

Jorge Andrés Gómez D.
David Alejandro Bernal C.

Jandes1129@hotmail.com
Dabc71@yahoo.com

Ing. JIMMY TOMBE ANDRADRE

Universidad Autónoma de Occidente
División de automática y Control
Ingeniería Mecatrónica

Abstract: El diseño de un sistema automático capaz de extraer los sobrantes de material (rebaba) de los envases plásticos de boca angosta con precorte, dicho sistema deberá ir acoplado a una maquina sopladora de cuerpos huecos que actualmente funciona de forma automática hasta esta punto del proceso.

Keywords: Rebabado, extrusora, manga, corte por presión, griper, carro de soplado, pellets, maquina sopladora, cuerpos Huecos.

1. INTRODUCCION

Actualmente en el mercado de los envases de plásticos las maquinas automáticas sopladoras de cuerpos huecos son la mayor herramienta que tienen los empresarios de este gremio para ser competitivos en el mercado, pero con el constante avance tecnológico y con la necesidad de ser cada vez mas productivo y con estándares de calidad mas altos las nuevas maquinas sopladoras ofrecen avances tecnológicos, generando muchas ventajas ante las maquinas ausentes de automatización, como hacer completo el ciclo completo en el proceso de envases plásticos, actualmente la empresa andiplast posee una maquina sopladora

que realiza el proceso automático hasta producir

los envases, pero estos salen con sobrantes de material (rebaba) los cuales son extraídos de manera manual por los operarios que trabajan en esta empresa.

Al tener este ultimo paso manual la empresa a presentado bajas de calidad en el producto y en la producción, puesto que el ser humano no asegura el mismo rendimiento ni la misma calidad durante todas las horas de trabajo.

Andiplast siendo conciente que la mejor solución es incorporar mas tecnología y brindar capacitación a sus operarios, esta dispuesta a implementar un sistema automático de rebabado para ganar mas cantidad y calidad en la producción ademas con el contador de envases se gana una mayor control de la produccion, con esto se busca evitar mas

devoluciones por falta ya sea de calidad o de cantidad en la producción.

2. MARCO TEORICO

ANDIPLAST, es una empresa fundada por un grupo familiar compuesto por 5 integrantes socios de la empresa, los cuales conforman actualmente el equipo directivo de ésta.

Solo 4 de los 5 miembros laboran en ella y cada uno responde por la sección en la cual posee mayores conocimientos sin descuidar también el buen funcionamiento de las demás áreas.

3. DESCRIPCION DEL PROCESO

- **Alistamiento de materia prima:** se procede con el almacenamiento de la materia prima como el polipropileno y polietileno y a preparar (moler) los sobrantes retirados de los envases, se establecen los porcentajes de material reciclado y material virgen que se va a utilizar en el proceso y por consiguiente proceder a alimentar las maquinas.

- **Fundición y extrusión:** El material se introduce en la maquina, el cual por medio de altas temperaturas se funde y procede a pasar a la extrusora que es la encargada de darle la forma de tubos o manga al plástico fundido, y pasar los tubos al carro de soplado.

- **Soplado:** los tubos o manga son introducidos en los moldes y por medio de unos punzones se introduce aire a presión para que los tubos tomen la forma del molde. El molde es refrigerado para que las paredes del envase tomen la dureza necesaria para no deformarse al desmoldar.

- **Rebado y almacenamiento:** cuando el carro de soplado termina el ciclo de soplado, abre y deja caer el envase a una bandeja, de este punto el operario los toma, les quita las rebabas de forma manual y luego los almacena.

En esta última parte del proceso es la que va a automatizar creando un diseño Fig. 1. de rebado automático el cual tendrá los siguientes pasos.

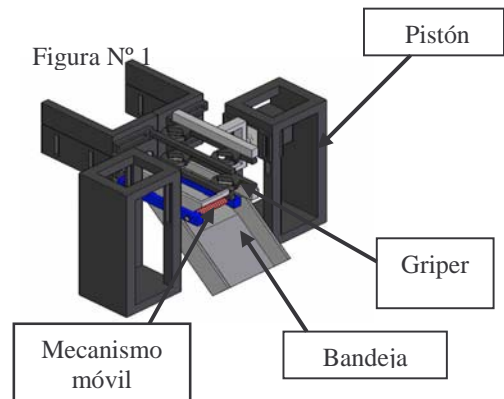
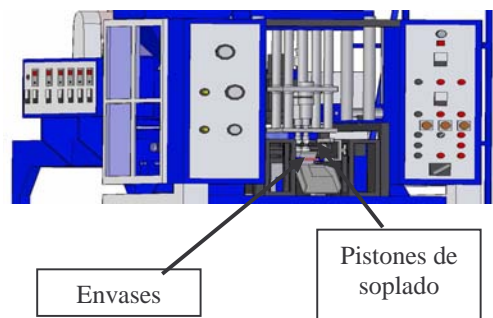
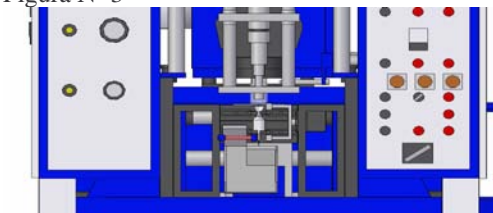


Figura N° 2



En la figura N° 2 podemos ver el diseño acoplado a la maquina, en este punto comienza el ciclo donde el griper sujeta los envases y se dirige hacia delante a los pistones de soplado donde se pondrán en posición de ser rebados.

Figura N° 3



En la fig. 3 los envases están en posición. Cuando el carro de soplado llega a este punto se activa un final de carrera activando el pistón en iniciando el rebado por corte por presión.

Figura N° 4

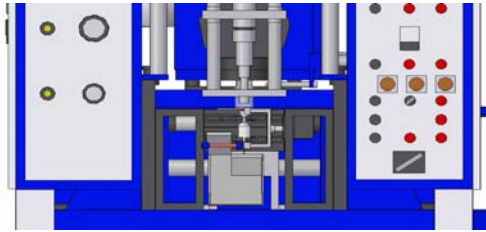


Figura N° 5

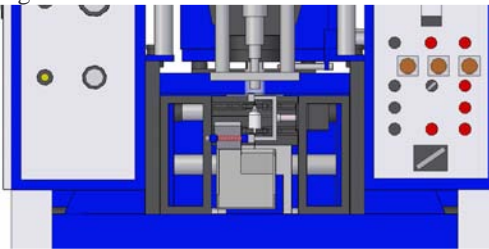
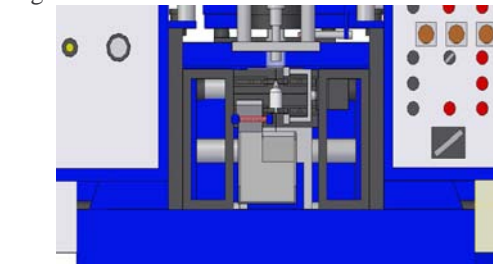


Figura N° 6



El pistón se activa entrando en contacto con el envase y extrayendo la rebaba fig. 4 este corte es posible debido a que el envase tiene precorte y esto facilita la extracción de la rebaba, el pistón sale en su totalidad fig. 5 y la rebaba cae por la bandeja hasta un balde donde después será llevada a reciclaje, ahora el pistón y el mecanismo móvil vuelven a posiciones iniciales fig. 6 donde comienza nuevamente todo el ciclo.

4. CONCLUSIONES

- Para llevar a cabo este proyecto fue fundamental implementar todos los conocimientos adquiridos en estos años de estudio.
- Por medio del contador de envases que se diseñó será posible tener un mayor control de la

producción, y así evitar futuros reclamos de clientes por entregas incompletas.

- De acuerdo a las necesidades que planteó la empresa con respecto al problema del corte del rebabado de los envases, se abordó el problema desde varios ángulos. No solo se tuvo en cuenta el impacto tecnológico que pueda tener la empresa. También se tuvo en cuenta el impacto social y laboral, ya que no se busca que con este desarrollo que se lleva a cabo, se obtengan un número de desempleados, sino por el contrario lo que se ha buscado es mejorar la calidad y eficiencia de un proceso, pero de forma integral. Ósea también mejorando la calidad y seguridad del puesto de trabajo.
- Como ingenieros es fundamental tener un método estructurado de diseño con el cual podemos guiarnos y seguir los pasos que poco a poco nos van llevando a cumplir con los objetivos del proyecto.
- Las ventajas de implementar este sistema, nos conduce al hecho de poder realizar un proceso con la mínima intervención del operario. Esto se traduce en tiempos de producción constantes, la máquina no sufre desgaste físico, y poder agilizar su producción
- Según el estudio y el diseño realizado se concluyó con los directivos de la empresa que el proyecto de diseño que se realizó es factible para ser implementado llegando también a otra conclusión. De acuerdo con los estándares que maneja la máquina se llegó a la determinación, que es más rentable, realizar un proceso de reingeniería y actualización de esta máquina, que reemplazarla por otra más nueva, lo cual abre la posibilidad a futuros ingenieros de realizar dichos procesos de renovación.

REFERENCIAS

- Catálogo mindman de válvulas solenoides MVSC – MVSN
- Catálogo mindman cilindros neumáticos MCJK compactos.